

IZDAJA DRUŠTVO MATEMATIKOV, FIZIKOV IN ASTRONOMOV SLOVENIJE

ISSN 0473-7466

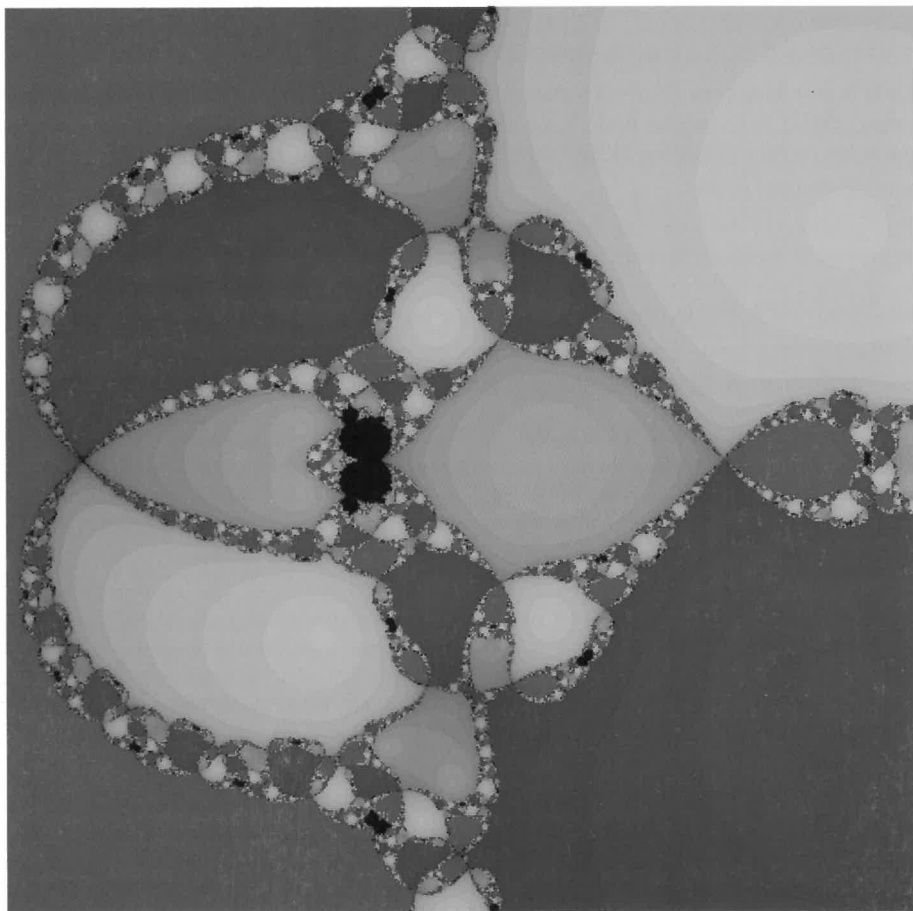
ODPISANO

2006

Letnik 53

5

OBZORNIK ZA MATEMATIKO IN FIZIKO



OBZORNIK ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

Glasilo Društva matematikov, fizikov in astronomov Slovenije
Ljubljana, SEPTEMBER 2006, letnik 53, številka 5, strani 129–160

Naslov uredništva: DMFA–založništvo, Jadranska ulica 19, p. p. 2964, 1001 Ljubljana
Telefon: (01) 4766 553, 4232 460, 2512 005 **Telefaks:** (01) 2517 281 **Elektronska pošta:** Zaloznistvo@dmfa.si **Internet:** <http://www.obzornik.si/> **Transakcijski račun:** 03100–1000018787 **Devizna nakazila:** SKB banka d.d., Ajdovščina 4, 1513 Ljubljana **SWIFT (BIC):** SKBAS12X **IBAN:** SI56 0310 0100 0018 787

Uredniški odbor: Mirko Dobovišek (glavni urednik), Peter Šemrl (urednik za matematiko in odgovorni urednik), Irena Drevenšek Olenik (urednica za fiziko), Ciril Dominko, Damjan Kobal, Peter Legiša, Aleš Mohorič, Petar Pavešić, Nada Razpet, Pavle Saksida, Vladimir Bensa (tehnični urednik).

Jezikovno pregledal Janez Juvan, računalniško stavila Monika Testen.
Natisnila Tiskarna RAZVEDRILO v nakladi 1350 izvodov.

Člani društva prejemajo Obzornik brezplačno. Celoletna članarina znaša 5.000 SIT (20,86 EUR), za druge družinske člane in študente pa 2.500 SIT (10,43 EUR). Naročnina za ustanove je 8.000 SIT (33,38 EUR), za tujino 30 EUR. Posamezna številka za člane stane 1.000 SIT (4,17 EUR), stare številke 520 SIT (2,17 EUR).

DMFA je včlanjeno v Evropsko matematično društvo (EMS), v Mednarodno matematično unijo (IMU), v Evropsko fizikalno društvo (EPS) in v Mednarodno združenje za čisto in uporabno fiziko (IUPAP). DMFA ima pogodbo o recipročnosti z Ameriškim matematičnim društvom (AMS).

Revija izhaja praviloma vsak drugi mesec. Sofinancirata jo Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije ter Ministrstvo za šolstvo in šport.

© 2006 DMFA Slovenije – 1647

Poštšina plačana pri pošti 1102 Ljubljana

NAVODILA SODELAVCEM OBZORNIKA ZA ODDAJO PRISPEVKOV

Revija Obzornik za matematiko in fiziko objavlja izvirne znanstvene in strokovne članke iz matematike, fizike in astronomije, včasih tudi kak prevod. Poleg člankov objavlja prikaze novih knjig s teh področij, poročila o dejavnosti Društva matematikov, fizikov in astronomov Slovenije ter vesti o drugih pomembnih dogodkih v okviru omenjenih znanstvenih ved. Prispevki naj bodo zanimivi in razumljivi širšemu krogu bralcev, diplomantov iz omenjenih strok.

Članek naj vsebuje naslov, ime avtorja (oz. avtorjev), sedež institucije, kjer avtor(ji) dela(jo), izvleček v slovenskem jeziku, naslov in izvleček v angleškem jeziku, klasifikacijo (MSC oziroma PACS) in citirano literaturo. Slike in tabele, ki naj bodo oštevilčene, morajo imeti dovolj izčrpen opis, da jih lahko večinoma razumemo tudi ločeno od besedila. Avtorji člankov, ki želijo objaviti slike iz drugih virov, si morajo za to sami priskrbeti dovoljenje (copyright). Prispevki so lahko oddani v računalniški datoteki PDF ali pa natisnjeni enostransko na belem papirju formata A4. Zaželen velikost črk je 12 pt, razmik med vrsticami pa vsaj 18 pt.

Prispevke pošljite odgovornemu uredniku ali uredniku za matematiko oziroma fiziko na zgoraj napisani naslov uredništva. Vsak članek se praviloma pošlje dvema anonimnima recenzentoma, ki morata predvsem natančno oceniti, kako je obravnavana tema predstavljena, manj pomembna pa je originalnost (in pri matematičnih člankih splošnost) rezultatov. Če je prispevek sprejet v objavo, potem urednik prosi avtorja še za izvirne računalniške datoteke. Le-te naj bodo praviloma napisane v eni od standardnih različic urejevalnikov $\text{\TeX}$ oziroma $\text{\LaTeX}$, kar bo olajšalo uredniški postopek.

Avtor se z oddajo članka strinja tudi z njegovo kasnejšo objavo v elektronski obliki na internetu.

REŠITVE ENAČBE $ax^2 - by^2 = 1$ V NARAVNIH ŠTEVILIH

IVAN VIDAV

Fakulteta za matematiko in fiziko
Univerza v Ljubljani

Math. Subj. Class. (2000): 11D09

V članku pokažemo, da osnovna rešitev Pellove enačbe $x^2 - aby^2 = 1$ pove, kdaj je enačba $ax^2 - by^2 = 1$ rešljiva z naravnimi števili in, če je rešljiva, kako dobimo njene rešitve.

THE INTEGER SOLUTIONS OF THE EQUATION $ax^2 - by^2 = 1$

In this article we show that the fundamental solution of the Pell's equation $x^2 - aby^2 = 1$ tells us, when the equation $ax^2 - by^2 = 1$ is soluble in integers and, if it is soluble how we find such solutions.

1. Naj bosta a in b dani naravni števili, ki sta tuji, brez kvadratnih deliteljev in je vsaj eno večje od 1. Oglejmo si diofantsko enačbo

$$ax^2 - by^2 = 1. \quad (1)$$

Pri iskanju njenih rešitev s celimi števili se smemo očitno omejiti na rešitve z naravnimi števili. Če je $a = 1$, je (1) Pellova (Fermatova) enačba, ki ima vselej nešteto rešitev z naravnimi števili. Podobna enačba, kjer je $b = 1$ in seveda $a > 1$, pa ni vselej rešljiva. Če je, ima prav tako neskončno rešitev in so njene rešitve tesno povezane z rešitvami ustrezne Pellove enačbe. Kako pa je z rešljivostjo splošne enačbe (1) in kako pridemo do rešitev, kadar je rešljiva?

Očitno pri nobeni rešitvi ni $x = 0$. Rešitev, pri kateri je $y = 0$, pa nastopi le tedaj, kadar je $a = 1$ in je enačba (1) Pellova. To rešitev imenujemo trivialna rešitev.

Naj bo (x, y) rešitev enačbe (1) v naravnih številih. Izraz

$$\varepsilon = x\sqrt{a} + y\sqrt{b}$$

je celo algebrائيčno število, ker zadošča algebrائيčni enačbi s celimi koeficienti in s čelnim koeficientom 1. Enačba (1) pove, da je $x\sqrt{a} - y\sqrt{b} = \frac{1}{\varepsilon}$. Zato je tudi $\frac{1}{\varepsilon}$ celo algebrائيčno število. To pa pomeni, da je ε enota. Kvadrat enote je spet enota. V našem primeru se ta kvadrat glasi

$$\varepsilon^2 = (x\sqrt{a} + y\sqrt{b})^2 = ax^2 + by^2 + 2xy\sqrt{ab}.$$

Števili

$$X = ax^2 + by^2 \quad \text{in} \quad Y = 2xy \quad (2)$$

ustrezata enačbi

$$X^2 - abY^2 = 1.$$

Vidimo torej, da je enačba (1) tesno povezana s Pellovo enačbo

$$x^2 - my^2 = 1, \quad \text{kjer je} \quad m = ab, \quad (3)$$

saj nas vsaka rešitev (x, y) enačbe (1) privede do rešitve (2) Pellove enačbe (3). Ker zadoščata x in y enačbi (1), lahko zapišemo rešitev (2) tudi v obliki

$$X = 2ax^2 - 1 = 2by^2 + 1, \quad Y = 2xy. \quad (2^*)$$

Če enačba (1) ni Pellova, če je torej $a > 1$, rešitev (2^*) očitno ni trivialna rešitev enačbe (3), saj je $Y \neq 0$.

2. Spomnimo se zdaj nekaj osnovnih dejstev v zvezi s Pellovo enačbo (3) (glej [1, str. 96–98]). Če m ni kvadrat, ima ta enačba vselej nešteto rešitev v naravnih številih. Tu bomo privzeli, da je m brez kvadratnih faktorjev. Ta pogoj je gotovo izpolnjen, kadar je $m = ab$ in sta a in b tuji števili brez kvadratnih faktorjev. Vse rešitve enačbe (3) dobimo tako, da najprej poiščemo najmanjšo netrivialno rešitev v naravnih številih. To najmanjšo rešitev bomo zaznamovali z (x_1, y_1) in jo imenovali osnovna rešitev. Pri poljubnem naravnem številu n postavimo

$$x_n + y_n\sqrt{m} = (x_1 + y_1\sqrt{m})^n. \quad (4)$$

Tu sta x_n in y_n naravni števili, ki zadoščata Pellovi enačbi (3). V zaporedju (x_n, y_n) , $n = 0, 1, 2, \dots$ so zajete vse naravne rešitve enačbe (3). Posebej pri $n = 0$ dobimo $x_0 = 1$, $y_0 = 0$, se pravi trivialno rešitev.

V osnovni rešitvi je y_1 lahko sodo ali liho število. Če je sodo, je neposredno razvidno iz formule (4), da je v vseh rešitvah y_n sodo število.

Če je y_1 lih, pa je tudi v tem primeru y_n sodo število za vse sode indekse n . Imamo namreč

$$\begin{aligned} x_{2n} + y_{2n}\sqrt{m} &= (x_1 + y_1\sqrt{m})^{2n} = [(x_1 + y_1\sqrt{m})^n]^2 = \\ &= (x_n + y_n\sqrt{m})^2 = x_n^2 + m y_n^2 + 2x_n y_n \sqrt{m}. \end{aligned}$$

Torej je

$$x_{2n} = x_n^2 + m y_n^2 = 2x_n^2 - 1, \quad y_{2n} = 2x_n y_n. \quad (5)$$

(Pri izrazu za x_{2n} smo upoštevali, da x_n in y_n zadoščata Pellovi enačbi in je zato $m y_n^2 = x_n^2 - 1$.) Vidimo, da je $y_{2n} = 2x_n y_n$ vselej sodo število.

Rešitve enačbe $ax^2 - by^2 = 1$ v naravnih številih

Oglejmo si še, kako se izraža y_{2n+1} . Imamo

$$\begin{aligned} x_{2n+1} + y_{2n+1}\sqrt{m} &= (x_1 + y_1\sqrt{m})^{2n} (x_1 + y_1\sqrt{m}) = \\ &= (x_{2n} + y_{2n}\sqrt{m})(x_1 + y_1\sqrt{m}) = \\ &= (x_1x_{2n} + my_1y_{2n}) + (x_{2n}y_1 + x_1y_{2n})\sqrt{m}. \end{aligned}$$

Od tod je

$$y_{2n+1} = x_1y_{2n} + x_{2n}y_1. \quad (6)$$

Ker je $x_{2n} = 2x_n^2 - 1$ liho število, $y_{2n} = 2x_ny_n$ pa sodo, je pri lihem y_1 tudi y_{2n+1} liho število.

Naj bo y_1 v osnovni rešitvi Pellove enačbe (3) sodo število! Ker je $x_1^2 - my_1^2 = 1$, je v tem primeru x_1 lih. Če torej pišemo

$$\frac{x_1 + 1}{2} \cdot \frac{x_1 - 1}{2} = m \left(\frac{y_1}{2} \right)^2, \quad (7)$$

sta faktorja na levi $\frac{x_1-1}{2}$ in $\frac{x_1+1}{2}$ zaporedni naravni števili in kot taki brez skupnega delitelja. Enačba (7) pove, da se izražata takole:

$$\frac{x_1 + 1}{2} = Au^2, \quad \frac{x_1 - 1}{2} = Bv^2, \quad (8)$$

pri tem je $y_1 = 2uv$. Tu so u, v, A in B naravna števila, A in B pa sta faktorja števila m . Ker smo privzeli, da je m brez kvadratnih deliteljev, je produkt AB enak m , torej $AB = m$. Očitno sta A in B z osnovno rešitvijo (x_1, y_1) natanko določena. Od tod imamo

$$x_1 = Au^2 + Bv^2, \quad y_1 = 2uv. \quad (9)$$

Enačbi (8) povesta, da je med u in v tale zveza:

$$Au^2 - Bv^2 = 1. \quad (10)$$

Torej ustrezata u in v enačbi (1), v kateri sta koeficienta $a = A$ in $b = B$. Zaradi zveze (10) lahko izrazimo x_1 tudi takole:

$$x_1 = Au^2 + Bv^2 = 2Au^2 - 1 = 2Bv^2 + 1, \quad y_1 = 2uv. \quad (9^*)$$

Pripomba. Koeficient A je različen od 1. Če bi bil namreč $A = 1$, bi bil $B = m$ in (u, v) bi bila rešitev Pellove enačbe (3), ki ne bi bila trivialna, saj je $v \neq 0$. Torej bi bil $u > 1$ in zato $u < 2u^2 - 1 = x_1$, kar bi nasprotovalo privzetku, da je (x_1, y_1) osnovna, se pravi najmanjša rešitev enačbe (3) v naravnih številih.

Zgoraj smo ugotovili, da se vsaka rešitev (x_{2n}, y_{2n}) pri sodem indeksu $2n$ izraža s formulama (5). Naj bo zdaj v osnovni rešitvi y_1 sod. Poglejmo, kako lahko v tem primeru izrazimo rešitev (x_{2n+1}, y_{2n+1}) z lihim indeksom $2n+1$. Imamo

$$x_{2n+1} + y_{2n+1}\sqrt{m} = (x_n + y_n\sqrt{m})^2(x_1 + y_1\sqrt{m}).$$

Po formulah (9) je

$$x_1 + y_1\sqrt{m} = Au^2 + Bv^2 + 2uv\sqrt{AB} = (u\sqrt{A} + v\sqrt{B})^2.$$

Torej

$$\begin{aligned} x_{2n+1} + y_{2n+1}\sqrt{m} &= (x_n + y_n\sqrt{AB})^2 (u\sqrt{A} + v\sqrt{B})^2 = \\ &= [(ux_n + Bvy_n)\sqrt{A} + (vx_n + Auy_n)\sqrt{B}]^2. \end{aligned} \quad (11)$$

Zaznamujmo

$$U = ux_n + Bvy_n, \quad V = vx_n + Auy_n. \quad (12)$$

U in V sta naravni števili. Pri tem je

$$AU^2 - BV^2 = (Au^2 - Bv^2)(x_n^2 - AB y_n^2).$$

Ker ustrezata u in v enačbi (10), x_n in y_n pa enačbi (3) in je $AB = m$, imamo

$$AU^2 - BV^2 = 1.$$

Koeficienta A in B se tu ujemata s koeficientoma v enačbi (10). Iz (11) zdaj dobimo

$$x_{2n+1} = AU^2 + BV^2 = 2AU^2 - 1, \quad y_{2n+1} = 2UV. \quad (13)$$

3. Povrnimo se k rešitvi (x, y) naše prvotne enačbe (1). Ugotovili smo, da ustrezata $X = 2ax^2 - 1$ in $Y = 2xy$ Pellovi enačbi (3), v kateri je $m = ab$. V tej rešitvi je Y sod. Imamo dve možnosti: rešitev (X, Y) sovпада z neko rešitvijo Pellove enačbe (3) s sodim indeksom (x_{2n}, y_{2n}) , saj je v vsaki taki rešitvi y_{2n} sod. Druga možnost pa je ta, da se rešitev (X, Y) ujema z neko rešitvijo (x_{2n+1}, y_{2n+1}) z lihim indeksom.

V prvem primeru je $X = x_{2n}$, $Y = y_{2n}$. Ker je po enačbi (5) $x_{2n} = 2x_n^2 - 1$, imamo $2ax^2 - 1 = 2x_n^2 - 1$, torej $ax^2 = x_n^2$. Toda a je brez kvadratnih faktorjev in mora zato biti $a = 1$, $x = x_n$. V tem primeru je $m = b$, enačba (1) je Pellova enačba in (x, y) je ena izmed njenih rešitev.

V drugem primeru je $X = x_{2n+1}$, $Y = 2xy = y_{2n+1}$, torej y_{2n+1} je sod. Kakor vemo, je y_{2n+1} sod samo tedaj, kadar je y_1 sod. Pri sodem y_1 pa veljajo formule (13). Torej je $2ax^2 - 1 = 2AU^2 - 1$, se pravi $ax^2 = AU^2$.

Rešitve enačbe $ax^2 - by^2 = 1$ v naravnih številih

Ker so a , A , x in U naravna števila, a in A pa brez kvadratnih deliteljev, izhaja od tod, da je $a = A$ in $x = U$. Potem je seveda $b = B$ in $y = V$.

Faktorja A in B sta, kakor smo spoznali, natanko določena z osnovno rešitvijo Pellove enačbe (3), torej s številom $m = ab$. Vidimo, da je enačba (1), kadar ni Pellova, rešljiva le tedaj, ko se koeficienta a in b ujemata s številoma A in B , ki ju določa osnovna rešitev (x_1, y_1) Pellove enačbe (3).

Dosedanje ugotovitve lahko strnemo takole:

Pri dani enačbi (1) poiščemo osnovno rešitev Pellove enačbe (3), kjer je $m = ab$. Če je v osnovni rešitvi y_1 lih, je enačba (1) rešljiva z naravnimi števili samo tedaj, ko je $a = 1$, to se pravi, ko je Pellova.

Če je y_1 sodo število, obstajajo natanko določena naravna števila A , B , u in v, kjer je $A > 1$, tako da se x_1 in y_1 izražata s formulama (9). Enačba (1) je v tem primeru rešljiva le, če je bodisi $a = 1$, bodisi $a = A$ in $b = B$.*

Torej nam osnovna rešitev pripadajoče Pellove enačbe (3) pove, ali je enačba (1), pri kateri je $a > 1$, rešljiva v naravnih številih. Če je rešljiva, dobimo vse njene rešitve iz zaporedja rešitev pripadajoče Pellove enačbe, in sicer iz členov tega zaporedja z lihimi indeksi.

Kakor je znano, pridemo do vseh rešitev Pellove enačbe v naravnih številih z razvojem iracionala $\sqrt{m}$ v periodični verižni ulomek [1, str. 123–127].

Presenetljivo pri tem pa je tole: število m , ki nastopa v Pellovi enačbi kot koeficient, se da, če ni praštevilo, na več načinov razstaviti v produkt dveh faktorjev a in b , $m = ab$. Takih načinov je kar precej, kadar je m produkt večjega števila praštevil. Toda kvečjemu pri enem razcepu $m = ab$, kjer je prvi faktor $a > 1$, je pripadajoča enačba (1) rešljiva z naravnimi števili. Posledica tega je npr. ta, da enačbi $ax^2 - by^2 = 1$ in $ax^2 - by^2 = -1$ nista nikdar hkrati rešljivi z naravnimi števili, če sta oba koeficienta a in b večja od 1 in ni nobeden kvadrat.

Oglejmo si zdaj nekaj primerov.

Primer 1. Enačbi

$$3x^2 - 5y^2 = 1 \tag{14}$$

pripada Pellova enačba, v kateri je $m = ab = 3 \cdot 5 = 15$, torej

$$x^2 - 15y^2 = 1.$$

Njena osnovna rešitev je $x_1 = 4$, $y_1 = 1$. Ker je y_1 lih, enačba (14) ni rešljiva v naravnih številih, saj je v njej koeficient $a = 3 > 1$.

Primer 2. Enačba

$$7x^2 - 3y^2 = 1 \tag{15}$$

določa Pellovo enačbo

$$x^2 - 21y^2 = 1$$

z osnovno rešitvijo $x_1 = 55$, $y_1 = 12$, v kateri je y_1 sod. V tem primeru je

$$\frac{x_1 + 1}{2} = 28 = 7 \cdot 2^2, \quad \frac{x_1 - 1}{2} = 27 = 3 \cdot 3^2.$$

Od tod imamo $A = 7$, $B = 3$, $u = 2$, $v = 3$. Koeficienta A in B se ujemata s koeficientoma a in b v enačbi (15). Zato je enačba (15) rešljiva, ena izmed njenih rešitev (najmanjša) je $x = u = 2$ in $y = v = 3$.

Pač pa enačba

$$3x^2 - 7y^2 = 1 \quad (16)$$

ni rešljiva. Če vstavimo v izraz $7y^2 + 1 = 6y^2 + y^2 + 1$ za y katerokoli celo število, ne dobimo nikoli števila, ki bi bilo deljivo s 3. Zato ta izraz ne more biti enak $3x^2$. Iz istega razloga ni enačba (16) rešljiva niti z racionalnimi števili.

V enačbi (15) sta koeficienta 7 in 3 praštevili, ki dasta ostanek 3 pri delitvi s 4. Vzemimo zdaj poljubni praštevili p in q , ki dasta obe pri delitvi s 4 ostanek 3, in si oglejmo enačbo

$$px^2 - qy^2 = 1. \quad (17)$$

Če je ta enačba rešljiva s celimi števili, je p kvadrat za praštevilo q , saj je tedaj $px^2 \equiv 1 \pmod{q}$. To ni vselej res. Toda po reciprocitnem zakonu [2, str. 86] imata p in q nasproten kvadratni karakter: če je p nekvadrat za modul q , je q kvadrat za modul p . V tem primeru bi koeficienta p in q v enačbi (17) med seboj zamenjali. Zato kar privzemimo, da je p kvadrat za modul q . Če je ta pogoj izpolnjen, brez posebne težave dokažemo, da je v osnovni rešitvi pripadajoče Pellove enačbe $x^2 - pqy^2 = 1$ število y_1 sodo in da je $A = p$ ter $B = q$. Enačba (17) je rešljiva.

Primer 3. Oglejmo si še enačbo

$$2x^2 - 17y^2 = 1, \quad (18)$$

ki ji pripada Pellova enačba

$$x^2 - 34y^2 = 1$$

z osnovno rešitvijo $x_1 = 35$, $y_1 = 6$. Ker je y_1 sod, imamo

$$\frac{x_1 + 1}{2} = 18 = 2 \cdot 3^3, \quad \frac{x_1 - 1}{2} = 17 = 17 \cdot 1^2.$$

Koeficienta $A = 2$ in $B = 17$ se ujemata s koeficientoma v enačbi (18), ki je zato rešljiva in je njena najmanjša rešitev $x = 3$, $y = 1$. Od tod sklepamo, da enačba

$$17x^2 - 2y^2 = 1$$

ni rešljiva z naravnimi števili, čeprav ima racionalne rešitve, npr. $x = \frac{1}{3}$, $y = \frac{2}{3}$.

Rešitve enačbe $ax^2 - by^2 = 1$ v naravnih številih

Na koncu postavimo še tole nalogo:

Naj bo a naravno število večje od 1. Dokaži, da enačba

$$ax^2 - (a + 1)y^2 = 1$$

ni rešljiva v naravnih številih.

LITERATURA

- [1] J. Grasselli, *Diofantske enačbe*, Knjižnica Sigma **38**, DMFA, Ljubljana 1984.
- [2] J. Grasselli, *Osnove teorije števil*, Knjižnica Sigma **14**, DMFA, Ljubljana 1966.

VESTI

MATEMATIČNE NOVICE

Matematika, fantje in dekleta

Učenke Lucija Gartner, Tajda Markeš in Manca Mikelj z Osnovne šole Janeza Mencingerja v Bohinjski Bistrici so pod mentorstvom Marije Cerkovnik, Janke Komac in Urške Repinc izdelale zanimivo raziskovalno nalogo o uspešnosti fantov in deklet pri matematičnih tekmovanjih. Učenke so preštele število deklet in fantov, ki so prejeli Zlata Vegova priznanja v letih 1997 do 2005, in ugotovile, da so bili prav vsako leto fantje uspešnejši od deklet. Skupno so v vseh teh letih fantje osvojili 58 odstotkov teh priznanj, dekleta pa 42 odstotkov. V nalogi je naštet še nekaj področij mišljenja, za katera velja, da so na njih uspešnejši moški, ter nekaj področij, kjer se bolje izkažejo ženske. Nalogo si lahko ogledamo na [1].

Dosežki naših raziskovalcev

V tretji številki letnika 2006 smo našeli nekaj novejših prispevkov naših matematikov v monografijah. Seznam dopolnjujemo s poglavjem *Graph Laplacians*, ki ga je za Encyclopedia of Mathematics napisal prof. Bojan Mohar [2].

Revije založbe Elsevier so dostopne tudi na medmrežju (seveda ne za-stonj). Po vsakem četrletju je za posamezno revijo izdelan seznam *TOP 25* v tem obdobju največkrat kopiranih člankov [3] – ne glede na čas izida teh prispevkov. Razveseljivo je, da so se za drugo četrletje 2006 v revijah *Journal of Algebra* in *Linear Algebra and its Applications* na ta seznam uvrstili tudi naši najmlajši raziskovalci: David Dolžan [4] in Tomaž Kosem [5] s samostojnima člankoma ter Marko Orel skupaj z mentorjem Bojanom Kuzmo [6].

LITERATURA

- [1] *RAZISKOVALNE NALOGE, ŠOLSKO LETO 2005–06*, Osnovna šola dr. Janeza Mencingerja Bohinjska Bistrica,
http://www2.arnes.si/~ojmbohobistrkr/bohob/05_06/raziskovalci/index.htm.

- [2] B. Mohar, *Graph Laplacians*, 4. poglavje v *Topics in Algebraic Graph Theory*, L. W. Beineke in R. J. Wilson (urednika), Encyclopedia of Mathematics and Its Applications, Vol. 102, Cambridge University Press, Cambridge, 2004, str. 113–136.
- [3] *Science Direct TOP 25 Hottest Articles*,
http://top25.sciencedirect.com/index.php?subject_area_id=1.
- [4] D. Dolžan, *Multiplicative sets of idempotents in a finite ring*, Journal of Algebra **304** (2006) 1, str. 271–277.
- [5] T. Kosem, *Inequalities between $\|(A + B)\|$ and $\|f(A) + f(B)\|$* , Linear Algebra and its Applications **418** (2006) 1, str. 153–160.
- [6] B. Kuzma in M. Orel, *Additive mappings on symmetric matrices*, Linear Algebra and its Applications **418** (2006) 1, str. 277–291.

Peter Legiša

POROČILO PREDSEDNIKA DRUŠTVA

Preteklo leto je bilo za naše društvo izjemno dejavno, in to naj se vidi vsaj v zgoščeni obliki v naslednjih vrsticah. Ko smo se razšli na prvi zimsko obarvani dan preteklega novembra v Cerknem, si mnogi med nami nismo mogli niti zamisliti, kaj vse nas čaka.

Iztekal se je svetovno leto fizike in najbolj aktivni pri vseh zamislih so že snovali načrte, kaj vse bo treba postoriti po zaključni slovesnosti januarja 2006. Kolegica in kolegi Irena Drevenšek Olenik, Jure Bajc, Miha Kos in Orest Jarh so pripravili slovenskim ljubiteljem naravoslovja kar nekaj zanimivega nadaljevanja. Med drugim je ideja verižnega eksperimenta preživela svetovno leto fizike in smo v maju 2006 ob odločilni podpori Tehniškega muzeja Slovenije v Bistri dočakali uspešen drugi veliki verižni eksperiment, ki smo ga priključili prvič organiziranim dnevom fizike. Te smo organizirali skupaj s Tehniškim muzejem Slovenije ob pomoči Fakultete za matematiko in fiziko iz Ljubljane, pedagoških fakultet iz Ljubljane in Maribora ter Instituta Jožef Stefan. Obe prireditvi bomo ponovili v letu 2007 in upamo, da se bosta „prijeli“ ter postali vsakoletni prireditvi za popularizacijo fizike. Od idej, vezanih na svetovno leto fizike 2005, naj omenim še, da je bila slovenska zamisel in realizacija manjših plakatov na mestnih avtobusih zelo pohvaljena v Evropski fizikalni zvezi, ko so naštevati najbolj zanimive evropske ideje med svetovnim letom fizike. Te plakate so zasnovali v Hiši eksperimentov. Vsebovali so fizikalno vprašanje pri vstopu v vozilo, pri izstopu pa sta bila prikazana razlaga pojava in končni odgovor. Treba bo počakati še malo dlje, da bomo videli, ali je povečano število študentov na naši fakulteti v tem šolskem letu enkraten dogodek ali pa je tudi v Sloveniji prispevalo svetovno leto fizike k povečanemu zanimanju med maturanti za naravoslovje in inženirske discipline.

Hkrati smo začeli zelo pospešeno delati na vseh nivojih projekta Mednarodna matematična olimpijada 2006 (MMO 2006). Če je bila v preteklem desetletju v prvem obdobju vključena le peščica zanesenjakov, ki so verjeli, da lahko slovenski matematiki izpeljejo tudi tak projekt, se je na koncu zelo temeljito spoprijelo z deli precej več kot 100 matematikov in fizikov. Prvim letom je dajal pečat Darjo Felda v triperesni deteljici, kjer sta bila še

Gregor Dolinar in Matjaž Željko, ob razumevanju in podpori vsakokratnega upravnega odbora društva. V zadnjih nekaj letih je štafetno palico v trojki prevzel Gregor Dolinar, ki je tudi zastopal slovenske ideje in novosti v najvišjem mednarodnem odboru MMO. Darjo Felda pa se je posvetil nelahkim finančnim zadevam. Ves čas je bil z najsodobnejšimi idejami nujne IT podpore nadvse učinkovit Matjaž Željko. Ti trije kolegi so sestavili še uspešne skupine odborov in pododborov, ki so na koncu odigrali svojo vlogo kot izjemni člani orkestra. Najbolj zaslužnim se bomo zahvalili posebej na srečanju v Martuljku. Vsem, ki so kakorkoli prispevali k uspehu, pa bi se rad zahvalil tudi na tem mestu.

Da ne bo občutka, da je šlo vse brez težav, naj jih nekaj omenim. Verjetno nas je najprej presenetilo izjemno zanimanje za obisk MMO 2006. V začetku leta je kazalo, da se bo MMO udeležilo celo 100 držav, kar je močno zamajalo že pred več kot letom sprejet in potrjen finančni načrt MMO 2006. Na vse načine smo se trudili, da bi pri sponzorjih dobili še nekaj sredstev, a veliki met nam ni uspel v obsegu, kot smo si ga želeli. Kazalo je na hude težave in močno nas je skrbelo, kako jih bomo rešili. Na koncu nas je rešilo to, da kar nekaj držav na MMO ni prišlo. Ne vemo za vsako, zakaj jih ni bilo, a nekatere gotovo niso mislile dovolj resno, če so se kljub našim pravočasnim obvestilom, da je treba pridobiti za vstop v Slovenijo (skladno s pravili EU) ustrezni vizum, začele zanimati za te formalnosti le kaka 2 tedna pred odhodom. Kljub izjemnemu razumevanju našega ministrstva za zunanje zadeve včasih le ni šlo. Na koncu so prispeli udeleženci iz 90 držav. Sedaj še besede o uspehih naših tekmovalcev. Kot ekipa smo dosegli največ doslej (1 srebrno priznanje, 3 bronasta priznanja in 2 pohvali – vsak tekmovalec se je izkazal). Še enkrat čestitam vsakemu članu slovenske ekipe in seveda kolegici Ireni Majcen, ki je ekipo ves čas pripravljala in vodila. Izdali smo tudi obsežen zbornik in DVD o MMO 2006, kjer je povedano in prikazano res vse, kar se je dogajalo. Kogar zanima več, naj seže po njih.

Naj nadaljujem s tekmovanji na najvišjem nivoju: Fiziki so se vrnili z Mednarodne fizikalne olimpijade v Singapurju in prinesli 1 bronasto medaljo ter 4 pohvale. Na sredozemskem matematičnem tekmovanju so naši srednješolci osvojili 1 zlato, 2 srebrni in 4 bronaste medalje ter 1 pohvalo. Pravzaprav je kar normalno, da je vrh tekmovanj v Sloveniji dokaj uspešen, saj raste na dobrih temeljih. To leto je sodelovalo na tekmovanju Mednarodni matematični kenguru 93 310 tekmovalcev, kar je največ doslej. Njim so sledile še vse druge skupine. Tukaj se moramo pohvaliti, saj smo v letu 2006 praznovali 50-letnico tekmovanj iz znanja matematike za srednješolce. Ni veliko takih jubilejev v Sloveniji! Jubilejno tekmovanje je bilo pripravljeno v Kočevju nadvse zgledno, za kar sta se posebej potrudila Darjo Felda in njegova soproga Darja Delač Felda. Obetajo se nam še nova tekmovanja v srednjeevropskem okviru in morda še fizikalni analog k matematičnemu kenguruju.

Že leta ugotavljamo, da so tekmovanja na vseh ravneh med našimi najuspešnejšimi dejavnostmi. Vesel bom, ko bomo kdaj pozneje prebrali v letnih poročilih, da smo še kje drugje tako uspešni.

Naša strokovna aktivnost je že kar razvejena. V zimskem času je bil uspešen seminar z naslovom *Matematične igre*. Omeniti je treba tudi seminar *Fizika okrog nas*. Poleti je bilo več tradicionalnih raziskovalnih delavnic, ki jih vodita Norma Mankoč Borštnik in Mitja Rosina v Plemljevi vili na Bledu. Za učence in dijake smo tudi letos organizirali letne šole in raziskovalne dneve. Bili so v Bohinjski Bistrici, v Kranjski Gori, na Bledu (Plemljeva vila) in v Ljubljani. Naj omenim še, da je letos ob jesenskem srečanju v Martuljku tudi redno srečanje fizikov, ki so aktivni na področju osnovnih raziskav. To srečanje že več let zapored vsako drugo leto organizira Igor Muševič s sodelavci. Temu zgledu bi kazalo slediti tudi na drugih področjih, saj se nam dogaja, da ob večanju števila slovenskih univerz in raziskovalnih institucij počasi izgubljammo informacijo vrste „vsak pozna vsakega in njegovo delo“. Ne želim si pa kakršnekoli prisile, saj dobro vem, da uspejo le tiste stvari, ki so dozorele; potrebujejo pa nekoga, da naredi prvi korak.

Društvena založniška dejavnost poteka v DMFA–založništvu. To je obsežno delo, ki zahteva kar nekaj zelo prizadevnih kolegic in kolegov, tudi na profesionalni in polprofesionalni ravni. Hvala Mirku Dobovišku za vodenje. V zadnjem času so nam padle v oči nova oblika Preseka in obetavne spremembe v Obzorniku za matematiko in fiziko. Slišati je bilo kar nekaj pohvalnih odmevov. Vsem urednikom želim, da bi vztrajali in pridobili nove bralce. Morda je to tudi možna pot, da dobimo nove člane v DMFA Slovenije.

Kakor vse kaže, bomo tudi pravne zadeve glede vpisa Plemljeve vile v zemljiško knjigo po zaslugi podpredsednice Nade Razpet kmalu uredili, v načrtu pa imamo tudi izvedbo najnujnejših obnovitvenih del, ki jih že nekaj časa predlaga skrbnik Plemljeve vile Gregor Dolinar.

Našemu društvu je letos uspelo izvesti vse naštete in zelo razširjene dejavnosti zaradi močne profesionalne pripadnosti in odgovornosti številnih članov, pa tudi zato, ker sta že standardni dvojec gospa Andreja Jaklič v računovodstvu in gospod Janez Krušič v tajništvu nadvse temeljito opravila svoje delo. Posebej moram omeniti podpredsednico društva kolegico Nado Razpet ter kolegice in kolege društvenega upravnega odbora, s katerimi je bilo res prijetno sodelovati in so mi veliko pomagali. Moja iskrena zahvala vsakemu posebej.

Vse obširne letošnje načrte smo lahko izvedli, ker so verjele v nas in nas finančno podprle ustanove: Ministrstvo za šolstvo in šport, Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, Univerza v Ljubljani – rektorat ter fakultete za matematiko in fiziko, za elektrotehniko, za računalništvo in informatiko, Pedagoška fakulteta, Univerza na Primorskem – rektorat in Pedagoška fakulteta, Univerza v Novi Gorici, Institut Jožef Stefan, IMFM, Kemijski inštitut, Slovenska znanstvena fundacija, Tehnični muzej Slovenije, Mestna občina Ljubljana, Agencija za raziskovalno dejavnost RS in pa seveda številni sponzorji MMO 2006.

Najlepša hvala vsem in obljuba, da bomo nadaljevali z uspešnim delom!

Zvonko Trontelj

PRENOVA POUČEVANJA FIZIKE* 2. DEL

CARL WIEMAN in KATHERINE PERKINS

Univerza v Koloradu
Boulder, ZDA

S pomočjo orodij fizike lahko učitelji dosežejo, da se bo postopek učenja tega predmeta premaknil s stopnje dolgočasnega memoriranja na stopnjo razumevanja in občudovanja fizikalnih pojavov.

TRANSFORMING PHYSICS EDUCATION* PART 2

By using the tools of physics in their teaching, instructors can move students from mindless memorization to understanding and appreciation.

Nove tehnologije poučevanja

Uporaba novih principov, do katerih smo se dokopali z raziskovanjem poučevanja, lahko znatno izboljšajo poučevanje fizike. Številne nove principe lahko dokaj preprosto vpeljemo s pomočjo novih tehnologij. Na primer, t. i. „on-line“ ankete študentov in izmenjava mnenj med študenti in fakulteto po elektronski pošti sta dve preprosti možnosti za izboljšanje medsebojne komunikacije, ki pomagata učiteljem razumeti in posledično bolje usmerjati razmišljanja študentov. V tem poglavju bomo obravnavali tudi nekaj manj običajnih novosti – osebni elektronski odzivni sistem in interaktivne simulacije. Ti dve tehnologiji sta relativno poceni in preprosti, vendar kljub temu s pedagoškega vidika zelo učinkoviti, pa tudi z lahkoto ju vključimo v standardni kurikulum.

Številni komercialni proizvajalci ponujajo osebne elektronske odzivnike (PRS), med našimi študenti znane pod imenom klikerji oz. daljinci. Vsi tovrstni sistemi delujejo na osnovi enotne ideje. Vsak študent ima svoj daljinec, s katerim odgovarja na vprašanja z več možnimi odgovori, ki jih zastavljamo med učnimi urami. Računalnik beleži odgovore vsakega posameznika. Potem ko so vsi odgovori zbrani, se na zaslonu prikaže skupni dobljeni rezultat

*Ponatisnjeno z dovoljenjem iz revije Physics Today (November 2005, strani 36–41). Reprinted with permission from Physics Today (November 2005, pages 36–41). Copyright © 2005 American Institute of Physics.

v obliki histograma. Računalniški program tudi kumulativno oceni odgovore vsakega posameznika in predavatelj si lahko po končani uri ogleda posamične rezultate. Za delovanje sistema daljincev v predavalnici z okoli 200 sedeži potrebujemo nekaj sprejemnikov, računalnik in projektor, kar vse skupaj stane okoli 5000 \$.

Če daljince pravilno uporabimo, lahko izjemno veliko pripomorejo k bolj-šim učnim izkušnjam slušateljev. Poglavitna dobra lastnost daljincev je, da z njimi lahko hitro pridemo do rezultata, h kateremu s svojim odgovorom prispeva prav vsak od slušateljev, po drugi strani pa je odgovor vsakega posameznika anonimen za njegove kolege. Čeprav daljinci ponujajo zelo učinkovito možnost merjenja in testiranja mnenja slušateljev, pa se njihov glavni pozitiven učinek na učne izkušnje pravzaprav skriva drugje – v spremenjeni dinamiki dela v razredu ter predvsem v izraziti drugačnosti načina, s katerim učitelj med poukom zastavlja vprašanja in pride do ustreznih odgovorov. Navedene posebnosti dela z daljinci je treba uvesti v skladu z osnovnimi spoznanji o tem, kako se ljudje učimo. Učitelji se morajo tudi prepričati, ali učenci res razumejo, kako in zakaj se daljinci uporabljajo. Če učenci vidijo v njih namesto nove možnosti za delo in komunikacijo v razredu le še eno dodatno metodo za preverjanje znanja, bodo njihovo uporabo razumeli kot dodatno zlo.

Naše izkušnje so pokazale, da z daljinci dosežemo največji učinek, kadar jih uporabimo v kombinaciji z že preverjenimi učnimi metodami. Na prvi dan novega šolskega leta učence naključno razporedimo v skupine, sestavljene iz treh do štirih učencev, ki sedijo drug poleg drugega. Posamično predavanje je zasnovano na šestih tipičnih vprašanjih za delo z daljinci, ki se nanašajo na ključne učne cilje tistega dneva. Čeprav se postavljanje vprašanj z odgovori tipa a), b), c) na prvi pogled zdi dokaj omejujoče, so lahko taka vprašanja presenetljivo učinkovita za doseganje zelenega nivoja zaposlitve učencev in pri oblikovanju njihovega načina razmišljanja. Še posebej dober učinek imajo, kadar se med možnimi odgovori skrivajo različne splošne zablude in težavne ideje. Zbirke primernih vprašanj za delo z daljinci in nasvete za pripravo učinkovitih vprašanj je možno najti v literaturi in na internetu [8, 13].

Pomemben element poučevanja s pomočjo daljincev je, da učence spodbujamo k medsebojni razpravi o zastavljenih vprašanjih. To lahko dosežemo na primer s tem, da učence, potem ko so že „oddali“ svoje individualne odgovore, prosimo, naj poskušajo doseči soglasje o tem, kateri odgovor je pravilen, tudi še znotraj skupin. Napovemo jim, da bomo nato preverjali še odgovore skupin ter da morajo imeti člani posamične skupine pripravljeno

utemeljitev izbire njihovega odgovora. Razprave, med katerimi učenci iščejo medsebojno soglasje in argumente za dokončno odločitev, so trenutki, v katerih primarno predelujejo nove pojme ter spoznavajo nove načine reševanja problemov. Pri tem, ko premlevajo različne ideje, razvijajo sposobnost medsebojnega znanstvenega dialoga. Nenazadnje jim tovrstne diskusije tudi pomagajo, da se naučijo sami ovrednotiti svoje znanje in razumevanje. Eksperti imajo pomembno sposobnost, da preverjajo svoje razmišljanje tudi tako, da si neprestano zastavljajo vprašanja, kot so: „Ali je to smiselno?“ in „Kako bi lahko to preveril?“ Učenci pa brez določene količine medsebojne socialne interakcije in z njo povezane povratne reakcije tovrstno sposobnost le s težavo osvojijo. Opisane razprave med slušatelji v naših razredih smo vpeljali na osnovi popularne tehnike medkolegialnega poučevanja, ki jo je vpeljal prof. Mazur [8]. Uporaba daljincev in sestavljanje skupin, ki morajo priti do soglasnega odgovora, so le dodatne izboljšave, ki k procesu pritegnejo tudi manj aktivne in manj samozavestne učence.

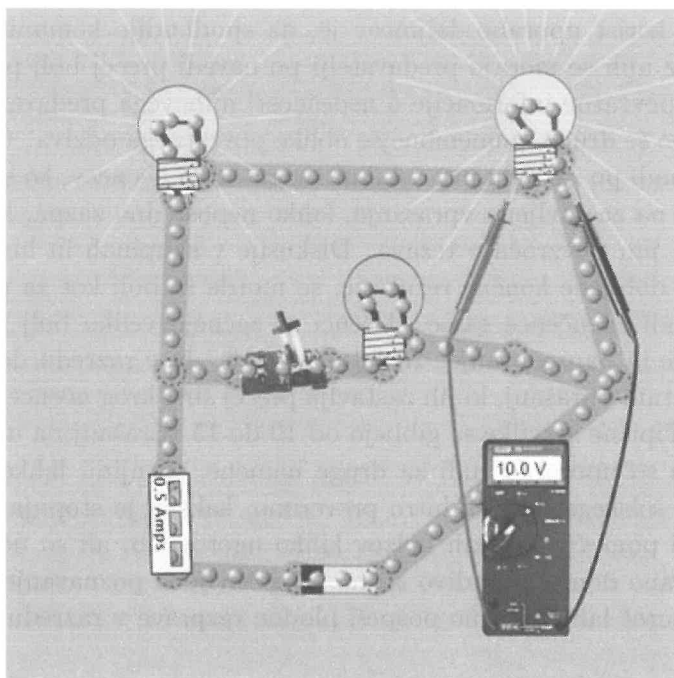
Glavna korist uporabe daljincev je, da spodbudijo komunikacijo v razredu. Brez njih se morajo predavatelji po navadi precej bolj potruditi, da pridejo do povratne informacije o uspešnosti njihovega predavanja. Seveda pa obstajajo še druge, pomembnejše oblike povratnega odziva. Če se predavatelj sprehodi po razredu in prisluhne razgovorom učencev, ko skušajo priti do soglasja na zastavljena vprašanja, lahko neposredno zazna, kateri pojmi in koncepti jim povzročajo težave. Diskusije v skupinah in histogrami, ki prikazujejo dobljene končne rezultate, so morda še bolj kot za predavatelje zanimivi tudi za učence same. Učenci se začnejo veliko bolj zanimati za svoje učenje in napredovanje. Rezultat tega je, da v razredu dobivamo veliko več tehničnih vprašanj, ki jih zastavlja precej širši krog učencev, ne le tisti najboljši. Tipične številke se gibljejo od 10 do 15 vprašanj na učno uro.

Daljinci so uporabni tudi za druge namene. Z njimi lahko na primer na začetku šolskega leta na hitro preverimo, kakšna je stopnja predznanja učencev. S pomočjo kratkih kvizov lahko ugotovimo, ali so učenci predelali predpisano domače gradivo ali ne. Zagotovljeno poznavanje ustreznega gradiva namreč lahko močno pospeši plodne razprave v razredu.

Resničnost virtualne fizike

Interaktivne simulacije, ki jih pri pouku lahko poganjamo s pomočjo običajnega internetnega brskalnika, so lahko neverjetno učinkovite. Uporaba že pripravljene simulacije po navadi tudi zahteva znatno manj časa za pripravo kot bolj tradicionalno gradivo. Naša raziskovalna skupina je pri-

pravila in raziskala učinkovitost okoli 45 različnih simulacij. Proučevali smo njihovo uporabo med učnimi urami, v sklopu domačih nalog in kot nadomestek ali izboljšavo pri laboratorijskih vajah. Slika prikazuje našo simulacijo električnih tokokrogov. Ta simulacija omogoča izgradnjo poljubnih vezij, ki vsebujejo upornike, žarnice, žice, stikala in baterije v oblikah, s kakršnimi imamo opravka v vsakdanjem življenju. Dodamo lahko tudi realistične merilnike toka in napetosti ter vidimo, kako zasvetijo žarnice. Poleg tega pa simulacija pokaže tudi nekaj, česar običajno ne moremo videti – pretakanje elektronov, ki tečejo po vezju s hitrostjo, sorazmerno električnemu toku, in se v hipu odzovejo na spremembe parametrov tokokroga. Z našimi raziskavami smo ugotovili, da tovrstne simulacije pomagajo učencem razumeti osnovne koncepte električnega toka in napetosti, zato se kasneje v laboratoriju s praviimi komponentami veliko bolje znajdejo in tudi bolje razumejo delovanje resničnih tokokrogov.



Slika 1. Primer električnega tokokroga, zgrajenega z računalniškim programom.

Mnogim fizikom se zdi dejstvo, da so skrbno pripravljene simulacije lahko pri pouku bolj učinkovite kot resnični poskusi, nedoumljivo in celo nekoliko moteče. Oboje, učinkovitost simulacij in nelagodje fizikov, lahko razumemo,

če se zavedamo velike razlike v načinu, kako učenec začetnik in učitelj ekspert dojemata isto fizikalno situacijo. Pri naših testiranjih uporabe simulacij in drugih raziskavah o učinkovitosti eksperimentalnih demonstracij v razredu se je ta velika razlika v dojoemanju zelo jasno pokazala.

Poskusi, ki jih pri pouku pokažemo „v živo“, vsebujejo veliko nepomembnih detajlov in informacij, ki jih demonstrator običajno povsem odmisli oz. jih sploh ne opazi. To so za sam poskus nepomembne malenkosti, na katere ni treba biti pozoren. Učenci pa žal ne vedo, kaj je pomembno in kaj ne, zato jih manj pomembne informacije dodatno miselno obremenjujejo in povzročajo zmedo. Učenci pogosto usmerjajo pozornost na podrobnosti, ki jih učitelj niti ne opazi, saj so v resnici povsem nebitvene. Na primer, pri realnih električnih tokokrogih se pogosto veliko časa ubadajo z razmišljanjem, zakaj je plastična izolacija na žicah različnih barv.

Skrbno pripravljena računalniška simulacija lahko po eni strani ohrani povezavo z realnim svetom, po drugi strani pa naredi učenčevo dojoemanje celotnega dogajanja bolj podobno dojoemanju ekspertov. Slednje dosežemo s tem, da nekatere vidike dogajanja poudarimo, druge pa nekoliko zanemarimo. Spreminjamo lahko denimo tudi časovno skalo, na kateri opazujemo izbrani pojav, in druge parametre, dokler ne dosežemo želenega razumevanja. Simulacije omogočajo tudi vizualno upodobitev različnih modelov, s pomočjo katerih eksperti razumejo pojave, ki jih ne moremo neposredno videti. Tak primer je denimo zgoraj omenjeno pretakanje elektronov. Za razlago opaženih prednosti sta oba omenjena vidika simulacij verjetno enako pomembna.

Velik pomen dejstva, da se moramo pri poučevanju zavedati razlik med načinom razmišljanja učencev in učitelja eksperta, seže precej dlje kot le do uporabe simulacij. Zelo ustrezna je metafora, ki pravi, da je razlika v razmišljanju med učencem in učiteljem podobna globokemu kanjonu. Na začetku šolskega leta vsak izmed njiju stoji na svojem bregu. Osnovna naloga poučevanja je, da učitelj učenca varno in učinkovito vodi po poti, ki pripelje na drug breg kanjona v nirvano ekspertnega mišljenja. Vodenje, ki ne upošteva učenčeve startne pozicije ali pa ga učenec razume drugače, kot je bilo zamišljeno, učenca preprosto pahne navzdol v globino. Po drugi strani pa upoštevanje izsledkov naših raziskav, skrbno preverjanje doseženih rezultatov in uporaba novih tehnologij omogočajo, da večino učencev varno popeljemo po poti dejanskega razumevanja in občudovanja fizike.

Vsem članom skupine za raziskave poučevanja fizike na Univerzi v Koloradu v Boulderju se zahvaljujemo za njihove dragocene prispevke k opisani študiji.

LITERATURA

- [1] E. Seymour in N. Hewitt, *Talking About Leaving: Why Undergraduates Leave the Sciences*, Westview Press, Boulder, CO (1997); K. K. Perkins, M. M. Gratny, W. K. Adams, N. D. Finkelstein in C. E. Wieman, *Towards characterizing the relationship between students' self-reported interest in and their surveyed beliefs about physics*, http://www.colorado.edu/physics/EducationIssues/PERC2005Formatted_submitted.pdf.
- [2] D. Hammer, *Discovery learning and discovery teaching*, Cogn. Instr. **15** (1997), str. 485–529.
- [3] L. C. McDermott in E. F. Redish, *Resource Letter: PER-1: Physics Education Research*, Am. J. Phys. **67** (1999), str. 755–767.
- [4] E. Redish, *Teaching Physics with the Physics Suite*, Wiley, Hoboken, NJ (2003).
- [5] J. Bransford, A. Brown in R. Cocking, *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*, National Academy Press, Washington, DC (2000).
- [6] D. Hestenes, M. Wells in G. Swackhamer, *Force concept inventory*, Phys. Teach. **30** (1992), str. 141–158; glej [4] za pregled drugih uporabnih konceptov.
- [7] R. R. Hake, *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*, Am. J. Phys. **66** (1998), str. 64–74.
- [8] E. Mazur, *Peer Instruction: A User's Manual*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ (1997).
- [9] Z. Hrepic, D. Zollman in N. Rebello, *Students' understanding and perceptions of the content of a lecture*, v *Proc. 2003 Physics Education Research Conference*, ured. J. Marx, K. Cummings in S. Franklin, American Institute of Physics, Melville, NY (2004), str. 189.
- [10] D. L. Schwartz in J. D. Bransford, *A time for telling*, Cogn. Instr. **16** (1998), str. 475–522.
- [11] Glej diskusijo raziskave Maryland Physics Expectations (MPEX) v [4] in članka W. Adams et al. in K. Perkins et al. v *Proc. 2004 Physics Education Research Conference*, ured. J. Marx, K. Cummings in S. Franklin, American Institute of Physics, Melville, NY (2005), str. 45 in str. 61.
- [12] R. Mayer, *Learning and Instruction*, Merrill, Upper Saddle River, NJ (2003).
- [13] I. D. Beatty, W. J. Gerace, W. J. Leonard in R. J. Dufresne, *Designing effective questions for classroom response system teaching*, <http://umperg.physics.umass.edu/library/umperg-2005-01/entirePaper/>.
- [14] Omenjene simulacije skupaj s kopijami raziskovalnih člankov so na voljo na spletni strani Physics Education Technology: <http://phet.colorado.edu/>.
- [15] C. H. Crouch, A. P. Fagen, J. P. Callan in E. Mazur, *Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment?*, Am. J. Phys. **72** (2004), str. 835–838; W.-M. Roth, C. J. McRobbie, K. B. Lucas in S. Boutonné, *Why may students fail to learn from demonstrations? A social practice perspective on learning physics*, J. Res. Sci. Teach. **34** (1997), str. 509–533.
- [16] C. H. Crouch in E. Mazur, *Peer Instruction: Ten years of experience and results*, Am. J. Phys. **69** (2001), 970–977; S. Pollock v *Proc. 2004 Physics Education Research Conference*, ured. J. Marx, K. Cummings in S. Franklin, American Institute of Physics, Melville, NY (2005), str. 137.

prevedla Irena Drevenšek Olenik

PROF. DR. DUŠAN PETRAČ

Dr. Dušan Petrač je bil rojen leta 1932 v Kropi na Gorenjskem. Na gimnaziji v Kranju je maturiral leta 1951, študij fizike na Univerzi v Ljubljani pa dokončal leta 1956. V letih 1957–1963 je poučeval matematiko in fiziko na gimnaziji v Kranju. Podiplomski študij je opravil na Kalifornijski univerzi v Los Angelesu, kjer je nekaj let tudi učil. Od leta 1973 je bil zaposlen na Jet Propulsion Laboratory kot specialist za nizke temperature. Sodeloval je pri Infrared Astronomy Satellite, opravil pionirsko delo na področju raziskovanja nizkih temperatur, se ukvarjal z mikrogravitacijo in sodeloval pri breztežnostnih poskusih na raketnih poletih v vesoljskem taksiju (shuttle) in na satelitih. Dobil je priznanje častni meščan mesta Los Angelesa, leta 1993 ga je International Cryogenic Engineering Conference odlikovala z medaljo Kurta Mendelssohna, leta 1993 je bil nagrajen z NASA Exceptional Service Medal, leta 1996 in 1999 pa mu je bila podeljena štipendija pri Japonskem združenju za promocijo znanosti. Je tudi častni senator mariborske univerze. Rad se vrača v rodno Slovenijo, kjer je v zadnjih letih obnovil svojo rojstno hišo v Kropi.



Gospod Petrač, nam za začetek poveste, kako je fant iz Kroepe na Gorenjskem postal sodelavec NASA?

Maturiral sem na kranjski gimnaziji. V tistem času je bila fizika ena izmed prominentnih panog. Takrat smo rekli, da gredo samo najbolj pametni študirat fiziko – malo smo bili domišljavi. Takrat je bila fizika še posebej popularna zaradi razvoja nuklearne energije. Tudi mene je to privlačilo, čeprav nisem imel namena, da bi se podrobno ukvarjal z nuklearno energijo. Tako sem se odločil za študij fizike, čeprav sem resno razmišljal tudi o medicini. A me je na koncu le bolj pritegnila fizika. Takrat, v zgodnjih petdesetih letih, ko sem jaz študiral, so ravno dogradili predavalnico v Peterlinovem paviljonu na Jadranski ulici v Ljubljani. Osrednja teoretična predavanja smo poslušali skupaj drugi, tretji in četrti letnik. To so bila predavanja iz kvantne mehanike, nuklearne fizike, itd. Predaval je profesor Anton Peterlin, ki je bil



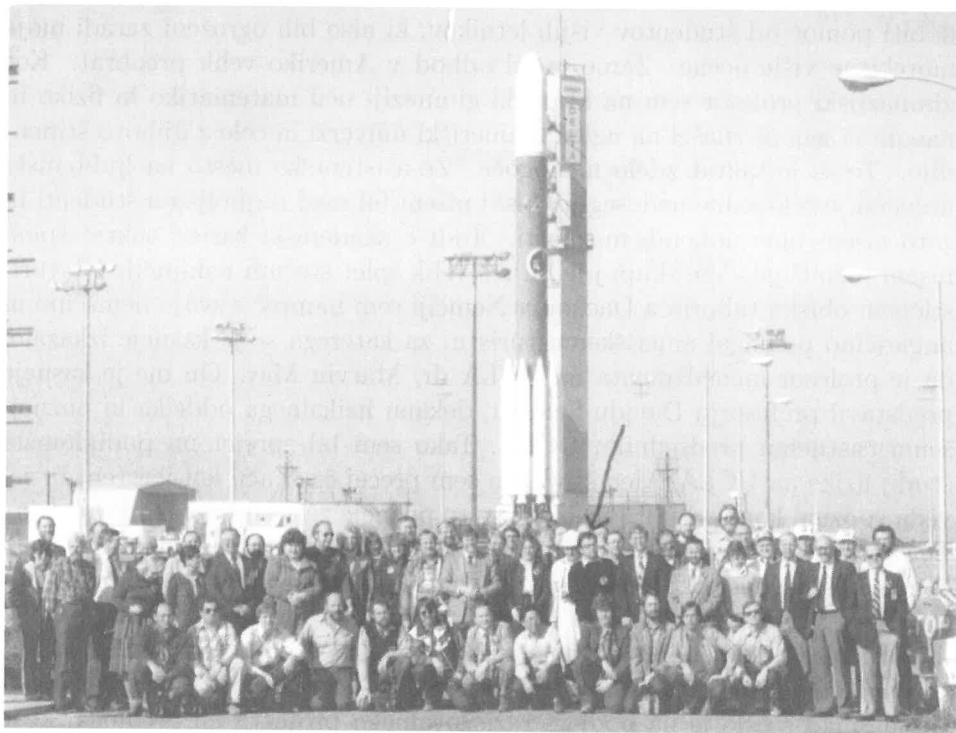
Obnovljena rojstna hiša prof. Petrača v Kropi št. 13

takrat glavna avtoriteta. Bil je tudi direktor Instituta Jožef Stefan. Tam pa sta bila tudi profesor Anton Moljk in profesor Ivan Kuščer. Mislim, da je Kuščer predaval matematično fiziko, fiziko 1, fiziko 2, ... Tako sem diplomiral iz fizike in potem sem občini Kranj vestno odslužil štipendijo. Pravzaprav je bila to prvotno štipendija radovljiške občine, a so se potem občine združile v veliko kranjsko občino. Mimogrede, tedaj je potekal proces v ravno obratni smeri, kot se dogaja danes v Sloveniji z velikim drobljenjem upravnih enot. Tako sem bil povabljen k ravnatelju kranjske gimnazije profesorju Mohorju in sem se kot profesor vrnil na svojo gimnazijo. Sledilo je služenje vojaškega roka v slavni jugoslovanski narodni armiji (JNA). Ne vem, ali je bila „ljudska“. V spominu imam, da se je ravno takrat preimenovala iz jugoslovanske narodne v jugoslovansko ljudsko armado (JLA). Sledila so čudna in nenavadna naključja, po katerih sem se potem lahko vpisal na podiplomski študij fizikalnega oddelka Univerze v Kaliforniji v Los Angelesu, ki je poznana pod slavno kratico UCLA. Tam sem dobil tudi štipendijo in mesto asistenta, kar je bilo za tiste čase sorazmerno redko. Študij v Kaliforniji sem začel tistega leta, ko je bil izveden atentat na predsednika Kennedyja. Bili smo na predavanjih, ko smo izvedeli za atentat. Dobro se spominjam, atentat se je zgodil 22. novembra 1963, jaz pa sem prispel v Kalifornijo ob koncu avgusta istega leta. Zame je bil ta študij v začetku nenavadno krut kar se tiče tekmovanja med sošolci. Za Slovence je bilo precej nepojmljivo, da drug drugemu ne moremo pomagati zaradi medsebojne konkurence. Včasih je bilo možno

dobiti pomoč od študentov višjih letnikov, ki niso bili ogroženi zaradi moje morebitne višje ocene. Zame je bil odhod v Ameriko velik preobrat. Kot gimnazijski profesor sem na kranjski gimnaziji učil matematiko in fiziko in naenkrat sem se znašel na ugledni ameriški univerzi in celo z njihovo štipendijo. To se je takrat zdelo nemogoče. Že asistentsko mesto na ljubljanski univerzi je bilo zame nedosegljivo, saj nisem bil med najboljšimi študenti in zato nisem imel nobenih možnosti. Tudi o akademski karieri takrat sploh nisem razmišljal. Vse skupaj je bil res velik splet srečnih naključij. Ob turističnem obisku taborišča Dachau v Nemčiji sem namreč s svojo nemščino in angleščino pomagal ameriškem turistu, za katerega se je kasneje izkazalo, da je profesor menedžmenta na UCLA dr. Marvin May. On me je kasneje predstavil profesorju Davidu Saxonu, dekanu fizikalnega oddelka in poznejšemu častnemu predsedniku UCLA. Tako sem bil sprejet na podiplomski študij fizike na UCLA. Med študijem sem precej časa učil kot asistent in seveda spoznal kopico ljudi. Nekateri so se pozneje zaposlili na *Jet Propulsion Laboratory (JPL)* pri *California Institute of Technology*, ki je bil na drugem koncu Los Angelesa. Izvedel sem, da tudi če nimam ameriškega državljanstva, obstaja možnost za delo v tem laboratoriju. To je bilo mogoče tako, da sem postal štipendist oziroma njihov sodelavec prek *National Research Councila*. To mi je po eni strani dalo še več svobode, je pa tako sodelovanje lahko steklo le na podlagi raziskovalnega projekta ali predloga, ki je bil seveda tudi v njihovem interesu. Pripravil sem raziskovalni projekt, ki je bil povezan s poskusi v breztežnosti, in predlog je bil sprejet. Tako sem postal najprej njihov sodelavec prek *National Research Councila*, pozneje, na podlagi uspešnih raziskav in njihovega programa raziskav na vesoljskem taksiju pa sem postal dolgoletni redni uslužbenec JPL pri poskusih NASA.

Lahko na kratko poveste, s čim ste se pravzaprav ukvarjali?

Težišče mojih raziskav in ekspertize je bilo predvsem na področju fizike nizkih temperatur. Tam se marsikaj dogaja drugače kot pri „normalnih“ temperaturah. Veliko sem se ukvarjal s *helijem*, *supertekočim helijem* in *superprevodniki*. Osnovna ideja je bila ustvarjanje pogojev nizkih temperatur za poskuse v breztežnosti. Takrat je bil na programu projekt *Gravity Probe B* (po 40 letih razvoja je trenutno v tirnici okoli Zemlje), kjer je bilo treba ustvariti pogoje in temperature tekočega helija. Nihče pa še ni vedel, kako ustvarjati nizke temperature s tekočim helijem v breztežnosti, na primer temperature pod dvema stopinjama Kelvina, to je v področju superfluidnosti. V pogojih normalnega pritiska ene atmosfere se helij utekočini pri 4,2 stopinje Kelvina. Če pa zmanjšate pritisk, lahko temperaturo ustrezno znižate na 1,2 K. V vesolju, to je v breztežnosti, kjer tudi ni tlaka, pa ločljivosti med tekočino in hlapi ni in zato ne morete več uporabljati zemeljskih

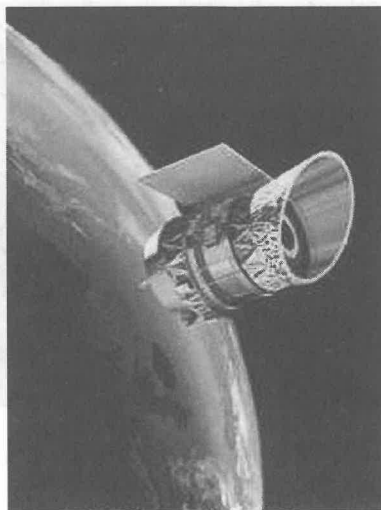


24. januar 1983: pred izstrelitvijo IRAS. Prof. Petrač je označen s puščico.

metod za zniževanje temperatur. S tem problemom sem se veliko ukvarjal, torej s temperaturno kontrolo s helijem v breztežnosti. S problemom so se že dolgo ukvarjali na Stanfordu, meni pa je uspelo najti rešitev z uporabo tako imenovanega „prepustnega filtra“. To je bil tudi tehnično zanimiv in zahteven problem. „Filter“, ki smo ga potrebovali, je moral imeti pore v velikosti 1 mikrometra ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$), to je tisočinke milimetra. Normalni helij skozi tak filter ne more, superfluidni pa lahko. Pri izdelavi tega filtra, ki si ga lahko predstavljate kot nekakšno gobo, sem uporabljal materiale, kot sta keramika in nerjaveče jeklo. Preprosto povedano, z izhlapevanjem superfluidnega helija prek tega filtra smo dosegli željeno hlajenje.

Te raziskave so omogočile projekt *Infrared Astronomy Satellite (IRAS)*, ki je bil astronomski satelit z nalogo poslikati celotno nebesno sfero na področju infrardeče svetlobe, in sicer na štirih kanalih: 12, 25, 60 in 100 mikronov. Za dober posnetek vidne svetlobe potrebujete za zaslonko temo. Tema na področju infrardeče svetlobe pomeni izjemno nizko temperaturo. Za načrtovane posnetke je bila zahtevana temperatura 1,8 K, in seveda, ker gre za potovanje v vesolje in za čim manjši tovor, smo morali stoo odstotno izkoristiti

„hladilno moč“ helija. Pri teh pripravah in poskusih sem postal za to področje največji specialist na svetu, in v takih primerih postane prispevek posameznika, v tem primeru mene, neizpodbiten. Postavljen sem bil pred izredne izzive in pri nekaterih sem bil uspešen. NASA je imela takrat okrog 100 000 sodelavcev, če štejemo tudi vse posredne sodelavce. Program tega satelita je bil takrat popolnoma pionirski. Nobenih izkušenj še ni bilo na področju kontrole helija in njegove uporabe za hlajenje v vesolju. Tudi načrtovani infrardeči detektorji tako velike občutljivosti so bili pionirski. To delo se je začelo pred 30 leti, in bil je to velik projekt sodelovanja različnih ekspertnih skupin. Takrat



Satelit IRAS

sem sodeloval na vseh sestankih projekta in tehnični izzivi in rešitve so bili izjemni, še posebej na področjih, ki so se z načrtom projekta šele rojevala, kot na primer *hladna elektronika*. Dobro tono (1073 kg) težak satelit je bil izstreljen 26. januarja 1983. S svojim 57-centimetrskim teleskopom je na omenjenih kanalih infrardeče svetlobe odkril približno 250 000 nebesnih objektov in več kot podvojil število prej znanih. Odkritja na primer drugih planetarnih sistemov in ugotovitve o osrčju naše galaksije so bile revolucionarne. In vse to smo odkrili s pomočjo popolnoma nove tehnike na področju nizkih temperatur, ki je omogočila tako veliko občutljivost senzorjev.

Pri izstrelitvah vesoljskih plovil so zelo pomembne tudi temperature. Ali ni šlo tudi pri nesreči vesoljskega plovila Challenger za probleme z nizkimi temperaturami? Takrat ste bili na vrhuncu svoje kariere pri NASA, ste vedeli, kaj se dogaja?

Seveda. Zelo dobro. Pri zadevi sem sodeloval, a to so bili izjemno kompleksni projekti, kjer je imela pomembno vlogo tudi politika, pritiski javnosti in ne le stroka. S *Challengerjem* je bilo kopico problemov. Prvotno je bila izstrelitev načrtovana za 22. januar 1986. Izstrelitev je bila šestkrat odložena in vse težave so bile povezane s problemi, ki so nastali pri obnašanju tesnil in spojev med glavnim raketnim „boosterjem“ in tanki za gorivo pri nizkih temperaturah. Zato je tudi javnost vedno znova slišala, da je izstrelitev odložena zaradi slabega vremena, kar je pomenilo nizke temperature. Gorivo je iz tekočega vodika in kisika, ki se v črpalki spremenita v plin ... Tudi v času nesrečne izstrelitve so bile razmere neprimerne. Temperatura zraka je bila takrat 2 °C, kar je za Florido malo tudi v januarju. A glavni problem



Ozvezdje Orion, kot ga vidimo s prostim očesom in kot ga je videl IRAS.

je bil tehnični in nanj smo opozarjali vseskozi. Ob izstrelitvi so torej tesnila popustila in zaradi padca pritiska se je plazma usmerila ne samo v izpuh, ampak tudi proti tanku in je seveda prišlo do eksplozije.

Razmere pred izstrelitvijo so bile nenavadne. *Challenger* naj bi v vesolje ponesel nov komunikacijski satelit in modul, ki naj bi opazoval Halleyjev komet. Poleg tega naj bi na poletu izvedli kopico eksperimentov, največ pozornosti javnosti pa je bilo namenjene učiteljici *Christi McAuliffe*, ta naj bi iz orbite izvedla šolsko uro, ki bi jo uporabili kot promocijo znanosti v ameriških in šolah po svetu. Pa je žal učiteljica Christa v nesreči umrla skupaj s še šestimi drugimi vesoljci. Polet *Challengerja* naj bi bil rutinski, zaradi tehničnih težav pa ni bil. Pritiski za izstrelitev so bili čedalje večji, težave pa niso bile odpravljene in komunikacija med glavnimi menedžerji izstrelitve in tistimi, ki smo dobro poznali težave, je bila vse težja. Še zadnji dan pred izstrelitvijo so bile težave vodstvu tako jasno predstavljene, da sem bil prepričan, da do izstrelitve ne bo prišlo in, dobro se spomnim, bil je moj rojstni dan, 28. januarja 1986, ko sem povsem nepričakovano po radiu slišal za nesrečo. Veste, pri teh stvareh je v ozadju vedno veliko politike in veliko denarja. Na primer, odložitev izstrelitve pri IRAS-u naj bi samo pri zakasnitvi uporabe satelita, ki naj bi bil z izstrelitvijo postavljen v orbito, dnevno pomenila 50 000 dolarjev stroškov.

Kaj pa je šlo narobe v drugi veliki nesreči Space Shuttla Columbia leta 2003?

Ob izstrelitvi Columbie 16. januarja 2003 je odneslo manj kot 1 kg termalne izolacije, nekakšnega „spužvastega“ materiala v velikosti približno 1 m, ki je nameščen med osrednjo raketo in rezervoarji s tekočim gorivom. Zanimivo je, da se je podobno zgodilo že vsaj pri treh prejšnjih izstrelitvah shuttlea in vsaj pri eni je izolacija tudi zadela shuttle, a takrat brez resnih posledic.

dic. Težava, ki je niso znali odpraviti, je imela celo ime „odpadanje spužve“ in vodstvo jo je sprejemalo kot nekritično težavo. Pri izstrelitvi Columbie smo iz posnetkov ugotovili, da je spužva zadela shuttle, a nismo mogli vedeti, kako resna je bila poškodba. Bili sta dve struji. Prva je trdila, da je poškodba termalnih ploščic lahko usodna in da plovilo ni sposobno prenesti segrevanja ob vrnitvi in vstopu v atmosfero. Ruski Mir, kjer bi vesoljci lahko počakali na vrnitev z drugim zasilnim plovilom, je bila takrat znanstvenofantastična rešitev. Columbia namreč ni mogla doseči Mira in je bila obsojena na uničenje že pri vzletu, le da tega nihče ni vedel. Prevladalo je drugo mnenje, po katerem naj poškodba ne bi bila usodna in vesoljci so se vračali kar normalno, kot je bilo predvideno. A vračanje žal ni potekalo po predvidevanjih in zaradi poškodbe, kot je napovedovala prva struja, Columbia ni prenesla vstopa v atmosfero in se je, skupaj z vsemi sedmimi vesoljci, spremenila v utrinek, zagorela je in se raztreščila na višini približno 60 km nad Texasom. Za občutek povejmo, da pri povprečnem poletu shuttle vstopa v atmosfero s hitrostjo skoraj 30 000 km/h in da ga do pristajalne hitrosti upočasni trenje med plovilom in atmosfero, pri tem pa na robovih kril nastanejo temperature tudi do 1700 °C.

Človeštvo je doseglo ogromen tehnični in znanstveni napredek. Kaj se, po vašem mnenju, dogaja z napredkom humanizma, z vrednotami, s človeškimi odnosi?

To je pa čisto druga zgodba. Napredek v človeških odnosih je veliko bolj počasen. Včasih celo nazadujemo. Na primer po prvi in drugi svetovni vojni so bili ljudje polni idealov, kako ne bo več vojne, v novejši zgodovini pa so bila živa upanja, kako bo po propadu komunizma vse lepše, kako bo svet postal prijazen in bo vse bolje. Potem se pa spet začnejo dogajati stvari, ki očitno niso napredek, ki so nazadovanje v človeških odnosih in solidarnosti. Človeške odnose premalo kultiviramo in premalo odkrito se z njimi ukvarjamo. Ko sem še hodil v šolo, smo imeli mladi polno idealov in upanja v prihodnost. Med ljudmi, se mi zdi, je bilo več nenapisanih zakonov spoštovanja in prepovedi izkoriščanja. Danes je glavni zakon denar. Pohlep je OK. Govorimo pa o enakopravnosti. V Ameriki je celo v ustavi zapisano *Pred Bogom smo vsi enaki* ... v praksi imamo pa vsak dan več milijonarjev. Kako naj bo milijonar enak vam? Zanj ste pomembni toliko kot eden izmed tisočev, kot tisti, ki ustvarja profit. V Ameriki sem spoznal mnogo bogatih ljudi. Tudi takih, ki mi niso prav nič všeč. Preveč je bogatih ljudi, ki pričakujejo, da se jim boste zaradi njihovega denarja klanjali. Dejansko pa je tak človek pogosto nezanimiv ignorant, ki gleda na „delavno rajo“ večkrat kar z zaničevanjem.

Kako kot fizik, kot znanstvenik, ki je zvezde opazoval zelo „od blizu“, in

kot kozmopolitski človek gledate na astrologijo in horoskope, ki čedalje več ljudem pove vse več o življenju in o medčloveških odnosih? Tudi med najuspešnejšimi pisci današnjega časa (Dan Brown, J. K. Rowling, Paulo Coelho) je veliko magije.

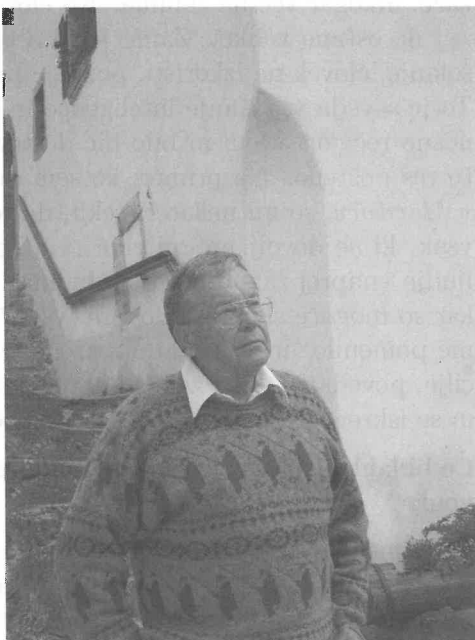
Joj, groza. Energijske točke, pa magnetna polja ... Če hočete, vas peljem na zelo zanimivo energetska točka pri Tromostovju. Kolikor vem, jo je izmeril Pogačnik. To vraževerstvo, ko nekateri celo „gredo v onostranstvo“ in študirajo duše, imenovane sence, ki se selijo na višja področja. To ni metafizika, to je vraževerje ali še bolje larifari. Ko vam dajo piti energetska vodo ... V sorodstvu sem imel primer, ko je ob boleznih sin v najboljši nameri očetu kupil neko cev, skozi katero naj bi točil vodo, da bi ta postala vitalna in mu tako povečala življenjsko energijo. Veste, sem fizik, in ko ti šarlatani govorijo v jeziku fizike, pa jim rečeš, da to nima nobenega fizikalnega smisla, vam odgovorijo, da je „to“ nad fiziko ... Pa kupite lahko energetska kozarec ..., to je slabše kot vera v zlo usodo, če vam črna mačka prečka cesto. Veliko je stvari, ki jih ne razumemo, veliko, ki jih delno razumemo, kot sta hipnoza, avtosugestija, in povsem jasno je, kaj je odgovorno in razumno obnašanje z mejnimi področji. S pozitivnim idejnim in psihološkim pristopom lahko človek naredi veliko, a zadeva mora biti usmerjena v konkretno, ne pa da je cilj teh manipulacij neko bolj in bolj odsotno stanje, ki predvsem zanika realno. Vprašanje je, kakšen je konkreten rezultat. Je nekdo boljši, bolj sposoben, uporablja to doma, v službi, je zaradi tega boljši mož, boljša žena, boljši delavec, je bolj koncentriran, bolj odgovoren ... ali je vse skupaj le prazno brbljanje.

Ne samo pisatelji, ljudje se zatekajo v svet iluzij, tudi ko gre za zdravje in konkretna življenjska vprašanja. To je precej žalostno, ko ljudje izgubijo sposobnost, da bi otipali realno, ko bolj verjamejo lepim besedam kot dejanskemu življenju. Za to, da bi se v velikem krogu izognili modernim čarovnikom, vam ni treba biti znanstvenik, potrebujete le zdravo pamet in dostojanstvo, da se soočite z življenjem takšnim, kot je. Seveda znanost in človeški razum ne moreta dojeti in razumeti vsega, a to še ne pomeni, da je zato nerazumnost bolj smiselna od razumnosti. Moderni new age gurui ne priznavajo tako imenovanega linearnega mišljenja. Ampak kaj to pomeni? Lahko razmišljamo tudi multidimenzionalno. Vprašanje je le, ali ima argument kakšno veljavo. Ko pa argumente uporabljate le, če so vam všeč, sicer jih pa zavračate kot linearno mišljenje, lepo prosim, to ni več razmišljanje. To so blodnje. Magija ima seveda več nivojev, od tiste najhujše, ki uničuje fizično in duševno zdravje ljudi, pa do tiste manj nevarne, ki ste jo omenili in ki nastopa kot privlačna vrednota v literaturi, in končno do tiste, ki (lažno) tolaži ljudi v stiski. To je vsesplošni svetovni proces, imam pa občutek, da je v Sloveniji tega veliko več in da zelo veliko ljudi naseda tem idejam.

Celo naš predsednik Drnovšek, ki se zateka v nekatere oblike budizma in ki hoče narediti človeka z idealnimi lastnostmi, ki ga ni, govori o stvareh, ki se lepo slišijo, a ne obstajajo. Ni čudno, je pa žalostno, da potem ljudje kupujejo „energetske“ kozarce in majice ... Največji družbeni paradoks je to, da znanost in vedenje človeštva tako hitro napredujeta, ignoranca večine ljudi se pa povečuje.

Kaj menite o disciplini in vrednotah v šoli?

Če v šoli ni discipline, je nemogoče učiti. Disciplina je prvi pogoj sodelovanja. Ljudje nismo tako zelo različni po sposobnostih. Ogromno se lahko človek nauči. Jaz sem bil tudi profesor. Žal enim ni do študija. Učitelj naj bi znal mladega človeka spodbuditi, zmotivirati za študij. Sem pa prišel še do enega temeljnega spoznanja. Študent ima priložnost, da se nekaj nauči, in učitelj mu mora pri tem pomagati, kolikor le more. Študent ima priložnost in svobodo, da iz sebe nekaj naredi in si ustvari dobro, boljše in zanimivo življenje. Ima pa seveda tudi možnost in svobodo, da iz sebe ne naredi nič in da ostane bedak. To je tudi treba vedeti. Kljub želji in sposobnosti učitelja in staršev se mlad



človek lahko odloči, da bo bedak in mu tega nihče ne more preprečiti. To je težko za starše, ki so večkrat nemočni, a tako je moje spoznanje. S tako odločitvijo človek sprejema tudi vse posledice. Ljudem in mladim bi teža in odgovornost take odločitve morala biti bolj jasna, ne pa da se vedno zgovarjamo na druge. Saj ne gre za to, ali bo nekdo postal zdravnik ali natak. Tudi to je pomembno, a gre predvsem za to, kaj bo nekdo naredil glede na svoje zmožnosti, kako in koliko bo izkoristil priložnosti, ki so mu ponujene. Tudi ne gre samo za finančno vrednotenje uspeha, gre za vprašanje, kaj si naredil iz svojega življenja. Sedaj, še posebej v Ameriki, postajajo učitelji v osnovnih šolah včasih pravi klovn, da bi učence spodbudili k zanimanju, da bi vzbudili v mladih interes. Mislim, da to ne pelje nikamor, saj bistva ne spremeni. Mislim, da je treba začeti s spoznanjem in spoštovanjem odločitve, če in ko jo je nekdo sprejel, da namreč želi ostati neizobražen, skratka

Prof. Petrač pred svojo rojstno hišo

bedak. Glavno vprašanje je, ali smo ljudje pripravljeni sprejeti ponujene priložnosti. Enak problem se skoraj povsod po svetu pojavlja pri volitvah. V Sloveniji je sedaj SDS vodeča stranka, ki pa jo je volilo le 1/6 volilnih upravičencev. Vsi tisti, ki na volitve sploh ne gredo, se zavestno odpovedo možnosti, da bi vplivali na razvoj dežele in posredno s tem nastaja paradoksalno stanje, ko dežele vodijo stranke, ki jih podpira manjšina, o večini pa nič ne vemo. Tako seveda politika in, kot sva govorila prej, tudi šola postajata precej absurdni, ko govorimo o demokraciji in izobraževanju, ki, kakor kaže, nikogar več ne zanima. Ko človek zanemari priložnost in odgovornost ... ne ostane veliko. Zame je to absurd, da priložnosti, kot je brezplačno šolanje, človek ne izkoristi, pozneje pa se trudi z dragim izrednim študijem. To je seveda vprašanje inteligence in vrednot okolja. Ljudje pogosto in ponosno rečejo: „Meni ni bilo nič do tega.“ Tega ne razumem. Ne vem, če je to res pošteno. Na primer, ko sem dobil priznanje *častni senator Univerze v Mariboru*, so mi nekateri rekli, da je to brezvezen papir, ki ga lahko dobi vsak, ki se dovolj naprej rine ... To ni res. To je hipokrizija. Kot bi si ljudje vnaprej zagotovili popolnoma lažni uspeh s tem, da povečujejo vse, kar so mogoče slučajno dosegli, vse, česar niso ..., pa jim tako ali tako „ni nič pomenilo“ in se branijo z aroganco. Človek se mora truditi, si zastaviti cilje, povedati, kaj si želi, in potem tudi odkrito priznati, kaj mu ni uspelo, in se iskreno veseliti tistega, kar mu je ...

Če bi lahko izbirali, kakšnemu učitelju, kakšni šoli bi zaupali svoje otroke in vnuke?

To je načelno zelo enostavno, praktično pa težko odgovoriti. Šola bi morala učiti ustvarjalnosti ne pa potrošništva. Promovirati bi morala razmišljanje, ne pa učenja dejstev. Učiti bi morala vrednot in moči abstraktnega mišljenja, ki zmore povezovati različna znanja. Šola bi morala oblikovati študente, ki jih ZANIMA, ki imajo odprti um in so radovedni, ki dojamejo zadoščenje, ki ga človeku prinaša razumevanje. Izobraženost brez ustvarjalnosti ni vredna veliko. Šola naj širi pogled in promovira modrost. Mladi bi morali vedeti, da te pozicija ne naredi modrega. Cilj šole in življenja je modrost in ne (potrošniško definirana uspešna) pozicija. V realnem življenju sta pozicija in modrost pogosto skregani. Mladi bi morali znati ločiti med modrostjo in pozicijo. Ljudje pogosto rečejo „oni že vedo“. Kdo ve? Pogosto nihče nič ne ve. Slovenija trenutno kupuje veliko serijo vojaških vozil. *Oni že vedo, zakaj to potrebujemo!* Kdo so oni? Po kakšni modrosti potrebujemo ta vozila? Koliko šol bi lahko zgradili za ta denar? Koliko mladih izobrazili?

Vi ste v življenju po vseh standardih uspeli. Kakšen bi bil vaš nasvet mladim, ki si želijo uspeha?

Uspeh je relativen. Imam dve hčeri, ki sta zdravnici. Je to uspeh? Sodeloval

sem vsaj pri štirih pomembnih eksperimentih na vesoljskem taksiju, kar so najbrž sanje mnogih mladih znanstvenikov. Je to uspeh? So to sanje? Uspeh je zanimivo življenje. Kot uspeh doživljam to, da lahko ustvarjalno komuniciram, da nisem ignorant, da sem iz sebe nekaj naredil. Nasvet mladim je torej, naj bodo vztrajni, naj se borijo proti kontradikcijam govorjenja, načel in dejanj, a naj ne nasedajo, kot včasih, kultu mladine, ki je bil v tem, da naj mladi nikar ne verjamejo nikomur, ki je starejši od 30 let. Seveda, vsak se lahko odloči, da je in ostane ignorant, bedak za vse življenje. Zanimivo življenjsko tekmovanje se začne in konča z znanjem. V svetu lahko dejansko tekmujemo le z modrostjo in z (naravoslovnim) znanjem. Z Žižkom ne bomo spremenili sveta, lahko ga le opisujemo. In to je moj nasvet. Brez lastnega napora ne bo nič! Če si sam boljši, je tudi svet boljši! To je rekel že Konfucij. *Pridno delaj* je bil eden izmed le treh osnovnih zakonov Inkov. In v tem je bistvo. Mladim pripada bodočnost. Pa da se ne vračam h Konfuciju in Inkom, tudi naša evropska krščanska kultura govori o istem. V mnogih sakralnih umetninah sta upodobljeni dve cesti. Ena je široka in vodi v pekel, druga, ki vodi v nebesa, je ozka in vijugasta. Za drugo se je treba potruditi, za prvo ti ni treba storiti nič, dovolj je, da gledaš televizijo.

Profesor Petrač, hvala za pogovor.

Pogovor je pripravil Damjan Kobal

VESTI

Seznam diplomantov visokošolskega strokovnega in univerzitetnega študija matematike in fizike v letu 2004*

Pedagoška fakulteta Univerze v Mariboru

Univerzitetni študij

Matematika

115. Nina Peršin	Hurwitzov izrek
116. Tjaša Paj	Möbiusove funkcije
117. Mateja Frangež	Kompaktni operatorji
118. Aleksandra Goljat	Realni obsegi
119. Andreja Žigart	Klasifikacija končnih polj
120. Erik Karažinec	Carlemanova neenakost
121. Metka Gobec	Stieltjesov integral in Rieszov reprezentacijski izrek
122. Simon Pertoci	Skupno barvanje grafov intervalov
123. Vesna Mrkela	Prepoznavanje leksikografskega produkta grafov
124. Jernej Regvat	Skupno barvanje produktnih grafov

*Seznam diplomantov iz leta 2003 je bil objavljen v Obzorniku za matematiko in fiziko **51** (2004) 6.

- | | |
|------------------------------|---|
| 125. Simona Verdinek Špenger | Uporaba končnih vektorskih prostorov v kombinatoriki |
| 126. Lidija Štandeker | Soddyjevi krogi in Soddyjeve premice |
| 127. Vanja Popov | Kvaternionske matrike |
| 128. Herman Pušnik | Zaporedja nožiščnih trikotnikov |
| 129. Nevenka Kiselj | RME – Nizozemski pristop k poučevanju matematike |
| 130. Rebeka Renko | Razredna števila binarnih kvadratnih form |
| 131. Darja Štravs | Dedekindove vsote |
| 132. Tina Obreht | Faktorizacija kartezičnega produkta kubičnega grafa in trikotnika |
| 133. Sandra Brodnjak | Grafi z nepraznim presekom najdaljših poti |
| 134. Mojca Harb | Homomorfizmi razcepljenih grafov |
| 135. Urška Verdinek | Karakterizacija Cayleyjevih števil |
| 136. Mirnesa Džananović | Guinandov izrek |

Fizika

- | | |
|----------------------|--|
| 24. Andrej Dobovišek | Matematično modeliranje kalcijevih oscilacij v gladkih mišicah dihalnih poti |
| 25. Silvester Ovčar | Primerjava faznih prehodov med nematsko-smektično A fazo in navadno-superprevodno fazo |
| 26. Marija Pavčnik | Naravoslovni dan iz fizike potapljanja |

Matematika in fizika

- | | |
|--------------------------|--|
| 136. Saša Horvat Kovačič | Kvadrati v trikotniku |
| 137. Metka Primec | Razcepi rotacijskih matrik in kvaternionov |
| 138. Mojca Kozole | Enakosti in neenakosti v pravokotnem trikotniku |
| 139. Anita Pokržnik | Popolni kartezični produkti grafov |
| 140. Miran Kučer | Reševanje diferencialnih enačb s pomočjo programa Derive |
| 141. Mihael Škrget | Lastnosti Fibonaccijevih kock |

Računalništvo z matematiko

- | | |
|--------------------|--|
| 10. Boštjan Strnad | Triangulacija trapezoidne delitve enostavnega mnogokotnika |
| 11. Andreja Novak | Šibke rekonstrukcije kartezičnega produkta grafov |

Matematika in proizvodno tehnična vzgoja

- | | |
|--------------------------|--|
| 46. Maja Spačal | Nekateri rekurzivni problemi |
| 47. Sergej Tratnik | Burnsidove grupe v teoriji vozlov |
| 48. Branka Mlinar | Posplošeni integrali |
| 49. Melita Bagola | Dinamični sistemi in verižni ulomki |
| 50. Andrejka Zver | Krožnice in cikli v Galilejevi geometriji |
| 51. Ksenija Čuješ | Poliedri na posplošenih n -kotnikih |
| 52. Vida Lačen | Neenakosti v zvezi s koti in stranicami trikotnika |
| 53. Majda Fiksl | Tehniški dan – leseno gledališče |
| 54. Milan Fakin | Zasnova in preračun zobatih jermenov |
| 55. Bojana Mertelj | Delne kocke |
| 56. Tomaž Šumah | Hurwitzov izrek |
| 57. Dubravka Milovanović | Pascalove in sorodne matrike |

Proizvodno tehnična vzgoja in fizika

- | | |
|--------------------|---|
| 34. Vitomir Horvat | Tehnična ustvarjalnost skozi tehnične interesne dejavnosti s poudarkom na avtomobilskem modelarstvu |
| 35. Jože Brecl | Opazovanje nočnega neba in Energija vetra |
| 36. Mojca Saje | Preverjanje in ocenjevanje praktičnega dela pri pouku fizike v osnovni šoli |

Matematika in pedagogika

- | | |
|--------------------|---|
| 4. Karmen Pogorevc | Kekeya-Besicovitchev problem |
| 5. Katja Glazer | Heronov izrek in Heronovi trikotniki |
| 6. Štefka Vidovič | Geometrijske konstrukcije s prepogibanjem papirja |
| 7. Urška Podgornik | Grafovske produkti in invariante |

Matematika in sociologija

- | | |
|----------------|---------------------------------|
| 2. Anita Nemec | Približno kvadriranje |
| 3. Mira Gobec | Elementarne kompleksne funkcije |

Biologija in matematika

- | | |
|---------------------|---|
| 14. Natalija Horvat | Osnovni izrek algebre |
| 15. Tina Brglez | Sredine v geometrijskih likih |
| 16. Katja Rostohar | Uporaba programa SPSS na področju biologije |

Kemija in matematika

- | | |
|---------------------|--|
| 13. Nataša Gomboc | Vpliv antioksidantov na kinetiko razpada β -karotena |
| 14. Jasmina Kumer | Morleyjev izrek |
| 15. Đurđica Vidović | Razdalje med nekaterimi znamenitimi točkami trikotnika |

Matematika in zgodovina

- | | |
|-----------------------|--|
| 2. Aleksandra Štorman | Višine tetraedra in kvadratične forme z ničelno sledjo |
|-----------------------|--|

Geografija in matematika

- | | |
|------------------|--|
| 3. Vesna Kolenko | Promet v funkciji razvoja gospodarstva Slovenske Istre |
|------------------|--|

Nemški jezik s književnostjo in matematika

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| 3. Patricija Kramberger | Problemi o kvadratih |
| 4. Manica Gomboši | Posplošeni Ptolemejev izrek |

Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani

Univerzitetni študij

Matematika in fizika

- | | |
|----------------------------|---|
| 220. Alenka Bergant Merela | Residualne lastnosti prostih grup |
| 221. Inez Ceglar | Vizualno opazovanje bliskov telekomunikacijskih satelitov vrste Iridium |
| 222. Aleš Celestina | Plimovanje |
| 223. Vanja Celestina | Navidežno gibanje sonca, lune in planetov |

Vesti

- | | |
|------------------------|---|
| 224. Petra Kastelic | Linearne diferencialne enačbe |
| 225. Klemen Kolenc | Računalniško simuliranje termodinamskih sistemov z metodo Monte Carlo |
| 226. Katarina Kovač | Raziskovanje planeta okoli zvezde HD 209458 |
| 227. Ana Orel | 2-ločno tranzitivni grafi |
| 228. Marija Suhadolnik | Ekstremi funkcij |
| 229. Mojca Štembergar | Pristop k algebri preko vzorcev |
| 230. Andreja Trebušak | Determinanta |
| 231. Petra Valenčič | Trigonometrija nekoč in danes |

Matematika in računalništvo

- | | |
|----------------------------|---|
| 19. Kristina Brljak | Logika v osemletni in devetletni osnovni šoli |
| 20. Polona Čuk
Kozoderc | Sistem za shranjevanje diplomskega gradiva |
| 21. Goran Ivetić | Hausdorffova mera in dimenzija |
| 22. Sonja Lajovic | Diedrske grupe |
| 23. Maja Mujkić | Hellyjev izrek |
| 24. Alenka Praprotnik | Spletni sistem za pomoč pri učenju in poučevanju |
| 25. Igor Rozman | Večkotniki v hiperbolični geometriji |
| 26. Peter Tuk | Izobraževalno spletno mesto Zapomni.si : učna vsebina teorija grafov |

Matematika in tehnika

- | | |
|-------------------------|---|
| 122. Donald Beguš | Poti in kolesa |
| 123. Polona Gabrovšek | Infinitezimalni račun v srednji šoli |
| 124. Sevludin Halilović | Uporaba računalnika pri pouku tehnike in tehnologije |
| 125. Brigita Horvat | Taylorjeva in Maclaurinova vrsta |
| 126. Tjaša Jančigaj | Projektni tehniški dnevi v devetletki: slamnikarstvo |
| 127. Petra Jerman | Procesno-didaktični pristop pri pouku matematike |
| 128. Bernarda Kirn | Numerično reševanje enačb |
| 129. Mihaela Kljun | Možnost ekskurzij na Notranjskem v obliki projektnega dela |
| 130. Bojana Lakić | Pisno preverjanje in ocenjevanje matematičnega znanja |
| 131. Jerneja Lovšin | Projektno učno delo ob tehniških dnevih: „od ideje do izdelka“. Lončarstvo |
| 132. Marjeta Marolt | Projektno učno delo: „od ideje do izdelka“. Suhorobarstvo |
| 133. Bojana Oberstar | Projektni tehniški dnevi v devetletki: „od ideje do izdelka“. Ribniška suha roba |
| 134. Ajda Opeka | Ladijsko modelarstvo in radijsko vodenje v osnovni šoli |
| 135. Petra Paradiž | Spreminjanje geometrijskega izrazoslovja v letih 1856 do 1910 |
| 136. Dina Rudolf | Projektno tehniški dnevi v devetletni osnovni šoli: „od ideje do izdelka“. Izdelava blazine in klekljev |
| 137. Simona Smrekar | Projektno učno delo: „od ideje do izdelka“. Makete mostov |
| 138. Monika Zupanc | Projektno učno delo ob tehniških dnevih: „od ideje do izdelka“. Izdelki slovenske domače obrti |

Fizika in tehnika

- | | |
|----------------|--|
| 40. Ivan Dovič | Projektno učno delo – izdelava kompozitne šolske jadrnice v času interesnih dejavnosti na osnovni šoli |
|----------------|--|

Seznam diplomantov dodiplomskega študija matematike in fizike v letu 2004

- | | |
|---------------------|---|
| 41. Urška Gašperšič | Vremenska opazovalnica: projekt pri pouku fizike in ekologije |
| 42. Samo Lipovnik | Kaotično nihalo |

Kemija in fizika

- | | |
|-------------------------------|---|
| 33. Margareta Obrovnik Hlačar | Vpliv topila na fotolizo ketonov |
| 34. Alenka Zupančič | Ozkokotno rentgensko sipanje človeškega serumskega albumina v vodnih raztopinah natrijevega klorida |
| 35. Tanja Župec | Temperaturna odvisnost električne prevodnosti razredčenih vodnih raztopin nekaterih alkalijskih cikloheksilsulfamatov |

Izredni študij

- | | |
|---------------------|--|
| 20. Marija Gorup | Premo in obratno sorazmerje pri dr. Francu Močniku |
| 21. Janka Komac | Geometrija v starejših učbenikih |
| 22. Angela Marolt | Sončne celice pri pouku fizike v osnovni šoli |
| 23. Marjetka Mrakič | Enačbe in sistemi enačb v starejših učbenikih |

Fakulteta za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani

Visokošolski strokovni študij

Praktična matematika

- | | |
|------------------------|--|
| 23. Mateja Gorenc | Nenegativne matrike |
| 24. Aljaž Slivnik | Numerični zaklad matrik |
| 25. Maja Kunaver | Oblikovanje spletnih strani |
| 26. Helena Golubović | Uporaba polgrup v biologiji in sociologiji |
| 27. Branka Djaković | Uporaba teorije mrež v preklonih omrežjih |
| 28. Marjanca Sukič | Valčki na $\mathbb{Z}_N$ |
| 29. Toma Ivanković | Periodično in kaotično gibanje dvojnega nihala |
| 30. Katja Ribič | Razčlenitve naravnega števila |
| 31. Barbara Stevanović | Zgibanje papirja in teorija števil |
| 32. Janja Trobec | Linearno programiranje in zakrivanje podatkov |
| 33. Simona Peršak | Analiza podatkov v Microsoft Excelu |
| 34. Stanislav Hartman | Optimiranje dimenzij kanala izparilnika pri preoblikovanju |
| 35. Ana Lušina | Pascalove matrike in matrike drugih velikih množ |
| 36. Petra Hladnik | Stiskanje datotek in slovarji |
| 37. Matej Leban | Načrtovanje relacijskih podatkovnih baz |

Fizikalna merilna tehnika

- | | |
|--------------------|--|
| 17. Dalija Jurić | Gojenje tanke plasti kvazikristala $\text{Al}_{62,5}\text{Cu}_{25}\text{Fe}_{12,5}$ v vakuumskem naprševalniku |
| 18. Dejan Preston | Opazovanje fluktuacij parametra urejenosti v tekočem kristalu s polarizacijskim mikroskopom |
| 19. Andrej Kranjc | Merjenje korozije v gibajočih se raztopinah |
| 20. Katrca Mivšek | Merilni sistem za analizo površin s podvajanjem optične frekvence |
| 21. Toni Brinc | Uporaba elektronskega žarka v industrijske namene |
| 22. Damjan Vengust | Meritev emisije elektronov iz $\text{Mo}_6\text{S}_3\text{I}_6$ in $\text{Mo}_6\text{S}_4\text{I}_4$ nanožic v električnem polju |

- | | |
|----------------------|--|
| 23. Matjaž Dežman | Karakterizacija polprevodnih lastnosti PTKU keramike |
| 24. Tomaž Parovel | Električno polje radijske antene na oddajniku Beli Križ |
| 25. Andrej Lotrič | Vpliv stisljivosti na natančnost pri merjenju pretoka zemeljskega plina |
| 26. Srečko Paskvale | Nanos trdih prevlek TiAlN pri nizki temperaturi |
| 27. Matej Nanut | Merjenje debeline smektične plasti v tekočem kristalu z AFM |
| 28. Sašo Marn | Vpliv EPOS 2 tehnologije jedkanja na električne karakteristike silicijevega čipa |
| 29. Matjaž Cerkvenik | Spektroskopija površinskih sil z metodo popolnega notranjega odboja |

Univerzitetni študij

Matematika – pedagoška smer

- | | |
|-----------------------|---|
| 577. Tatjana Založnik | Končni Blaschkejevi produkti |
| 578. Tanja Perko | Koordinate v projektivni ravnini |
| 579. Nina Žvan | Diofantske enačbe s figurativnimi števili |
| 580. Milan Zeman | Iracionalnost števil π , $\ln 2$, $\zeta(2)$ in $\zeta(3)$ |
| 581. Marjetka Sertič | Kaos v svetu števil |
| 582. Mateja Škrlec | Brokardove lastnosti trikotnika |
| 583. Mitja Bončina | Apolonijev problem |
| 584. Špela Tola | Simetrije stebra |
| 585. Simona Jazbec | Problemi sangaku v japonskih templjih |

Matematika – uporabna smer

- | | |
|------------------------|---|
| 628. Andrejka Smukavec | Jacobi-Davidsonova metoda za standardni problem lastnih vrednosti |
| 629. Milena Tomažin | Kolokacija s Hermitovimi bikubičnimi zlepkami v Gaussovih točkah |
| 630. Borut Kac | Izbirljivost matrik in povsod neničelni pretoki v grafih |
| 631. Marija Jakopin | Standardna knjižnica jezika C++ in naloge s tekmovanj ACM |
| 632. Iztok Bajc | Računanje hipocentra potresa (kot primer reševanja inverznega problema) |
| 633. Dušan Jan | Logika mehkega krmiljenja |
| 634. Primož Lukšič | Analiza volilnih sistemov |
| 635. Matjaž Čelan | Interpolacija z geometrijsko zveznimi krivuljami |
| 636. Samo Juretič | Kolobar celostnih števil in grupa razredov |
| 637. Boris Turk | Kotaljenje diska po ploskvi |
| 638. Andrej Čurman | Problem izločitve v športu |
| 639. Matija Žutič | Učinkovito računanje točkovne povezanosti grafa |
| 640. Luka Jalen | Sardov izrek in njegova uporaba |
| 641. Monika Testen | Grafična in numerična primerjava iterativnih metod |
| 642. Andrej Čibej | Vektorski svežnji in Weilov izrek |

Matematika – teoretična smer

- | | |
|-------------------|---------------------------------|
| 91. Jure Kališnik | Upodobitev orbiterosti |
| 92. Marko Orel | Mere nekompaktnosti operatorjev |
| 93. Gregor Jerše | Diskretna Morsova teorija |

Matematika – smer računalništvo z matematiko

12. Peter Smole Skriptni jezik PHP in q -sestavljanka

Fizika

870. Klemen Kunstelj Določanje sprememb v kemijski strukturi človeške leče z Ramansko spektroskopijo
871. Jernej Slanovec Magnetna relaksacija nanodelcev
872. Boštjan Berčič Meritev temperaturne odvisnosti električne prevodnosti svežnjev nanožičk $\text{Mo}_6\text{S}_3\text{I}_6$
873. Dušan Čalič Pozitivni temperaturni koeficient reaktivnosti v reaktorju TRIGA
874. Jan Porekar Topološke lastnosti velikega naključnega omrežja
875. Natan Osterman Meritev stohastične resonance s pomočjo laserske pincete
876. Andraž Petrovič Fizikalni model reaktorskega pulza
877. Primož Rebernik Ribič Meritve fotoprevodnosti tankih plasti organskih kristalov
878. Jernej Mravlje Vpliv fononov na transport elektronov skozi kvantno piko s Kondovo nečistočo
879. Andrej Tomelj Časovna odvisnost optične odbojnosti na fotovzbujenih tankih filmih
880. Tomaž Požar Raziskave elektronske dinamike v DNA z različnimi barvili
881. Sabina Markelj Metoda za detektiranje vibracijsko vzbujenega vodika
882. Barbara Šetina Študij segregacije površinsko aktivnih elementov P, S in Se na površini zlitine FeSiAl
883. Matej Batič Meritve zbiranja naboja z močno obsevanimi silicijevimi detektorji
884. Blaž Zupančič Vpliv ionov na elektrooptične lastnosti tekočerkristalnih prikazovalnikov
885. Uroš Kržič Merjenje predsmektične strukture sile v omejenem nematskem tekočem kristalu z mikroskopom na atomsko silo
886. Anže Zupanc Meritev razpada $\bar{B}^0 \rightarrow D_s^+ D_s^-$ in $\bar{B}^0 \rightarrow D_s^- D^+$ z detektorjem BELLE
887. Tina Žagar Časovna analiza nekaterih klimatskih spremenljivk v Sloveniji
888. Miha Nemevšek Napovedi minimalne teorije poenotenja $\text{SO}(10)$ za mase lahkih fermionov
889. Simon Rankel Raziskava feroelektričnega faznega prehoda v $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ z jedrsko magnetno resonanco
890. Miha Ravnik Vpliv svetlobnega snopa na koloidne delce v nematiku
891. Uroš Borovšak Elektrooptične lastnosti holografskih mrežic na osnovi dispergiranih tekočih kristalov
892. Klemen Žagar Efektivna prevodnost dvodimenzionalnih sistemov
893. Matjaž Breskvar Štiri generacije kvarkov
894. Urban Simončič Analiza nehomogenosti v prostorski porazdelitvi doze pri obsevanju vodnega fantoma z ioni

Meteorologija

86. Luka Ravnik Modeliranje stopnje hipotermije pri zasutih v snežnem plazju

OBZORNIK ZA MATEMATIKO
LJUBLJANA, SEPTEMBER
Letnik 53, številka
ISSN 0473-7466, UDK 514

R 177/06



COBISS

VSEBINA

ODPISANO

Članki

Strani

Rešitve enačbe $ax^2 - by^2 = 1$ v naravnih številih, Ivan Vidav 129–135

Šola

Prenova poučevanja fizike – 2. del, Carl Wieman in Katherine Perkins,
prevedla Irena Drevenšek Olenik 139–144

Intervju

Prof. dr. Dušan Petrač, pripravil Damjan Kobal 145–155

Vesti

Matematične novice, Peter Legiša 135–136

Poročilo predsednika društva, Zvonko Trontelj 136–138

Seznam diplomantov dodiplomskega študija matematike in fizike
v letu 2004 155–XIX

CONTENTS

Articles

Pages

The integer solutions of the equation $ax^2 - by^2 = 1$, Ivan Vidav 129–135

School

Transforming Physics Education – Part 2, Carl Wieman and
Katherine Perkins, translated by Irena Drevenšek Olenik 139–144

Interview 145–155

News 135–XIX

Na naslovnici je detajl fraktalne strukture, ki jo dobimo z grafično ponazoritvijo sredinske iterativne metode v kompleksnem za funkcijo $f(z) = z^4 - \frac{21}{25}z^2 - \frac{4}{25}$ (avtorica Monika Testen).